

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-086369

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl. H04N 5/21

H04N 1/405

(21)Application number : 11-256182 (71)Applicant : DAINIPPON SCREEN

MFG CO LTD

(22)Date of filing : 09.09.1999 (72)Inventor : FURUKAWA ITARU

(54) IMAGE PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily predict generation of a moire.

SOLUTION: A periodic data operating part 10 calculates periodic data regarding designated pixel under consideration in an unprocessed image. The periodic data is a general term which includes a periodic index, a periodic direction and a periodic value. A periodic data processing part 80 processes the obtained periodic data, and the part 10 determines the final periodic data about the pixel under consideration with the processed periodic data. Meanwhile, a read digital image is also given to a differential image preparing part 30, and a differential image is produced from the unprocessed image. The differential image is processed by a processing part 40, and a contrast quantity calculating part 50 calculates contrast quantity which is an index showing the ratio of light to darkness on the basis of the processed differential image. Subsequently, the periodic data and the contrast quantity obtained regarding the pixel under consideration are displayed as moire generation prediction information on a display device 5.

*** NOTICES ***

**JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An image processing device comprising:

A noticed picture element setting means which specifies a noticed picture element within a picture.

A moire generating information-on-forecast calculating means which computes moire generating information on forecast about generating of moire about said noticed picture element, and a displaying means which displays said computed moire generating information on forecast.

[Claim 2]The image processing device comprising according to claim 1:

A periodicity-index calculating means which computes a periodicity index which shows a grade of existence of a repetition of an image pattern based on the correlation characteristic of an observation region where said moire generating information-on-forecast calculating means contains said noticed picture element, and adjacent spaces other than the observation region concerned.

A periodic calculating means which computes a cycle of a repetition of said image pattern.

A direction calculating means which computes the direction of a repetition of said image pattern.

An implication and said moire generating information on forecast are said periodicity index, said cycle, and said direction.

[Claim 3]In the image processing device according to claim 2, said moire generating information-on-forecast calculating means, An image processing device, wherein it includes further a contrast quantity calculating means which computes contrast quantity which is an index which shows a light-and-darkness ratio of said noticed picture element and its peripheral pixel and said moire generating information on forecast contains said contrast quantity further about

said noticed picture element.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the image processing device displayed in quest of the moire generating information on forecast about the specified noticed picture element.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, by reading a manuscript or an object body optically and digitizing it with image input machines, such as CCD, image processing acquires a digital image and, generally is performed by performing various processings to the digital image.

[0003]For example, when raising the sharpness of a picture, a sharpness process is performed to the acquired digital image. Gray-scale-conversion processing etc. which change the gradation value of the pixel in a picture besides a sharpness process are performed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when image processing, such as a sharpness process, was performed to the former, for example, a digital image, moire might occur in the picture after processing.

[0005] this invention person investigated the generation state and generation cause of such moire. As a result, it became clear first that such moire was generated in the imaging range where the image pattern which has the periodicity of cloth, a net pattern, a lattice pattern, etc., etc. exists in a picture.

[0006] It is thought that such moire is generated by the following causes. For example, image pattern (monochrome striped pattern) GPT which has periodicity as shown in drawing 23 in a manuscript exists, and the case where read this manuscript with an image input machine, and a digital image is obtained is considered. At this time, the gradation value of each pixel of the obtained digital image changes with the physical relationship of image pattern GPT of a manuscript, and optical read element (photoelectric element) ID of an image input machine.

[0007] For example, if the physical relationship of image pattern GPT of a manuscript and photoelectric element ID is in the state shown in drawing 23 (a), the gradation value of each pixel of the obtained digital image will be in the "IN phase state" where black and white are divided clearly, as [show / in the gradation profile of drawing 24 (a)]. If the physical relationship of image pattern

GPT of a manuscript and photoelectric element ID is in the state shown in drawing 23 (b), the gradation value of each pixel of the obtained digital image will be in the "OUT phase state" where a monochrome mean value occurs, as [show / in the gradation profile of drawing 24 (b)].

[0008]although each gradation profile shown in drawing 24 is different from "IN phase state" "in the state of an OUT phase" -- each average gradation value AK_{IN} and AK_{OUT} -- abbreviation -- it is equal.

[0009]However, if a sharpness process is performed to a digital image, for example, a difference will arise in average gradation value AK_{IN} and AK_{OUT} by the picture read "in the state of IN phase", and the picture read "in the state of the OUT phase." For example, when a sharpness process is performed to each picture shown in drawing 24 (a) and (b), respectively, the gradation value of each pixel comes to be calculatively shown in drawing 25 (a) and (b) respectively. Here, if SACHIRESHON from which a gradation value separates from the gradation range KR (a figure 0-255) occurs calculatively, the gradation value will be compulsorily corrected to the upper and lower limit value of the gradation range KR. That is, when a sharpness process is performed to each picture shown in drawing 24 (a) and (b), respectively, the gradation value of each pixel after processing comes to be respectively shown in the solid line of drawing 26 (a) and (b).

[0010]Here, although image pattern GPT of this example has the periodicity of four pixel periods on the digital image, for every cycle, in drawing 26 (a), SACHIRESHON SR occurred only in white 2 pixel, and SACHIRESHON SR has occurred in white 1 pixel and 1 pixel of black by drawing 26 (b). as a result -- drawing 26 -- (-- a --) -- (-- " -- IN -- Faiz -- a state -- " --) -- an average -- a gradation value -- AK -- _{IN} -- drawing 26 -- (-- b --) -- (-- " -- OUT -- Faiz -- a state -- " --) -- an average -- a gradation value -- AK -- _{OUT} -- comparing -- low -- becoming .

[0011]By the way, although the monochrome width of image pattern GPT showed the case where it was an integral multiple of the width of photoelectric element ID, by drawing 23, Since the physical relationship of image pattern GPT of a manuscript and photoelectric element ID shifts periodically when the monochrome width of image pattern GPT is not an integral multiple of the width of photoelectric element ID, on the acquired picture, The state where image pattern GPT is read "in the state of an OUT phase" with "IN phase state" will be repeated periodically. In this case, if a sharpness process is performed to this digital image, the state of changing an average gradation value periodically will arise. The state of changing this average gradation value periodically is considered to become moire and to appear.

[0012]Since this chronotropism is a picture which is not in a manuscript or an

object body, the quality of a picture will deteriorate remarkably.

[0013]Although the above explained the case where a sharpness process was performed to a digital image, For example, gray-scale-conversion processing etc. which change the gradation value of each pixel by a look-up table as shown in drawing 27, It is thought that the state of changing the above average gradation values periodically occurs also when image processing which a bias produces in SACHIRESHON is performed, and moire occurs in the picture after processing as a result.

[0014]The gray-scale-conversion processing which changes the gradation value of each pixel by a look-up table as shown in drawing 28, for example, A difference arises in an average gradation value "in the state of an OUT phase" with "IN phase state", and it is thought as a result of generating of the state of changing the above average gradation values periodically that moire occurs in the picture after processing.

[0015]Although the generation cause of moire was above, in the former, there was no art of telling an operator about the information which predicts it being in the state of changing an average gradation value periodically quantitatively, as a result of image processing, such as the information on forecast about generating of moire, i.e., a sharpness process etc. Therefore, in the former, generating of moire could not be predicted besides being based on experience and viewing of

an operator, but art which can predict generating of moire easily to many persons was desired.

[0016]In light of the above-mentioned problems, this invention is a thing.

It is providing the image processing device which can predict the purpose easily.

[0017]

[Means for Solving the Problem]In order to solve an aforementioned problem, an invention of claim 1, It is an image processing device and has a noticed picture element setting means which specifies a noticed picture element within a picture, a moire generating information-on-forecast calculating means which computes moire generating information on forecast about generating of moire about said noticed picture element, and a displaying means which displays said computed moire generating information on forecast.

[0018]In an image processing device which an invention of claim 2 requires for an invention of claim 1, A periodicity-index calculating means which computes a periodicity index which shows a grade of existence of a repetition of an image pattern based on the correlation characteristic of an observation region which contains said noticed picture element in said moire generating information-on-forecast calculating means, and adjacent spaces other than the observation region concerned, A periodic calculating means which computes a

cycle of a repetition of said image pattern, and a direction calculating means which computes the direction of a repetition of said image pattern are included, and said periodicity index, said cycle, and said direction are included in said moire generating information on forecast.

[0019]In an image processing device which an invention of claim 3 requires for an invention of claim 2, A contrast quantity calculating means which computes contrast quantity which is an index which shows a light-and-darkness ratio of said noticed picture element and its peripheral pixel about said noticed picture element is further included in said moire generating information-on-forecast calculating means, and said contrast quantity is further included in said moire generating information on forecast.

[0020]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail, referring to drawings.

[0021]The <technical used as 1. background> this invention person thought out about the art which controls generating of moire based on the generation cause of the moire investigated and solved. It is as follows when this art is explained briefly.

[0022]A manuscript or an object body is read as a digital image, and the periodic-images field where a repetition of a periodic image pattern exists is

extracted from the picture. Based on the correlation characteristic later mentioned at this time, the periodicity index which shows the grade of the existence of a repetition of an image pattern is computed.

[0023]On the other hand, apart from this, a difference image is created from the read digital image. After processing a difference image, the contrast quantity which is an index which shows a light-and-darkness ratio based on the difference image is computed.

[0024]Then, based on an above-mentioned periodicity index and contrast quantity, the amount of shading ofves which is a grade of shading-off processing is determined, and the shift amount which is a grade of shift processing is determined. And shading-off processing of a picture is performed according to the determined amount of shading ofves, and shift processing is performed according to the determined shift amount.

[0025]Since the state where "IN phase state" and a "OUT phase state" are periodically repeated by performing such shading-off processing or shift processing is broken down, Even if it performs a sharpness process etc. to the picture after shading-off processing or shift processing, it does not produce but the state of changing an average gradation value periodically can control generating of moire. Image quality is prevented from deteriorating by mainly performing shading-off processing, when the contrast of a picture is high, and

mainly performing shift processing, when contrast is low.

[0026]In this art, a periodicity index and contrast quantity were computed from the picture, it obscured automatically based on them, and quantity and a shift amount are determined. A periodicity index is an index which shows the grade of the existence of a repetition of the image pattern used as the cause (cause of moire generating) which the state of changing an average gradation value periodically produces, when a sharpness process etc. are performed, and it is an index for so to speak predicting generating of moire here. Therefore, if such a periodicity index etc. are displayed, the operator can grasp quantitatively the information which predicts generating of moire.

[0027]By displaying such a periodicity index etc., this invention shows quantitatively the information which predicts generating of moire, and explains it to details below.

[0028]<Entire configuration of 2. image processing device> drawing 1 is a block diagram showing an example of the hardware constitutions of the image processing device concerning this invention. This image processing device is constituted using what is called a electronic computing system. CPU1 also performs image processing which controls generating of moire mentioned above besides the processing which computes the moire generating information on forecast concerning this invention, such as processing and a sharpness process,

according to the processing program memorized by the internal memory 2. CPU1 and the internal memory 2 are connected via the bus line BL. Besides program store part 2a which memorizes the processing program mentioned above in the internal memory 2, It has the after-processing image storage section 2c which memorizes the digital image (henceforth an "after-processing picture") after performing processing previous image storage parts store 2b and processing in which the digital image (henceforth a "processing previous image") before processing at least is memorized.

[0029]CPU1 is connected to the driver 3 for recording media, the external storage 4, the display 5, the input device 6, the image input machine 7, etc. via ON appearance KINTA face IF.

[0030]The driver 3 for recording media is loaded with the recording medium 8 with which the processing program for making CPU1 perform each processing mentioned above is recorded. The processing program read from the recording medium 8 is memorized by the program store part 2a in the internal memory 2, and is executed by CPU1.

[0031]The external storage 4 which comprises a hard disk, a magneto-optical disc, etc. is used for preservation of pictures, such as a processing previous image and an after-processing picture, etc. The display 5 which comprises CRT etc. is used for the display of a processing previous image, an after-processing

picture, the picture after a sharpness process, etc. besides presenting of moire generating information on forecast, etc., etc. The input device 6 which comprises a keyboard, a mouse, etc. is used for various kinds of directions, setting out of data required for processing besides specification of the noticed picture element from an operator, etc.

[0032]The digital image (processing previous image) read with the image input machine 7 which comprises an input scanner etc. is memorized by processing previous image storage parts store 2b in the internal memory 2, and each processing about calculation of moire generating information on forecast which is mentioned later is performed to this processing previous image.

[0033]Drawing 2 is a functional block diagram showing the functional composition of the image processing device of drawing 1. As shown in the figure, this image processing device is functionally provided with the periodicity data operation part 10, the difference image preparing part 30, the contrast quantity calculating part 50, and the periodicity data processing part 80. The periodicity data operation part 10 contains with the periodicity-index calculation part 20, the period-directions calculation part 60, and the period value calculation part 70, and the difference image preparing part 30 contains the processing section 40. In CPU1, each of these treating parts is means realized by the above-mentioned processing program, and explains each function and the contents of processing

in full detail behind.

[0034]<Procedure of 3. image processing> drawing 3 is a flow chart which shows the outline of the procedure of image processing in an image processing device. In advance of image processing, with the image input machine 7, a manuscript or an object body is read as a digital image, and is memorized by processing previous image storage parts store 2b. And the read digital image is displayed on the display 5 as a processing previous image (Step S1).

[0035]Next, the noticed picture element of the field which wants to know moire generating information on forecast is specified, checking the processing previous image in which the operator was displayed (Step S2). This specification is performed using the input device 6.

[0036]Next, the periodicity data operation part 10 computes periodicity data from a processing previous image about the specified above-mentioned noticed picture element (Step S3). Periodicity data is a general term including a periodicity index, period directions, and a period value, and this is mentioned further later. The obtained periodicity data is processed by the periodicity data processing part 80 (step S4), it has periodicity data after the processing, and the periodicity data operation part 10 makes the final periodicity data about a noticed picture element become final and conclusive (Step S5).

[0037]On the other hand, the read digital image is also given to the difference

image preparing part 30, and a difference image is created from a processing previous image. A difference image is processed by the processing section 40 and the contrast quantity calculating part 50 computes the contrast quantity which is an index which shows a light-and-darkness ratio based on the difference image after the processing (Step S6).

[0038]Then, the periodicity data and contrast quantity which were obtained about the noticed picture element are displayed on the display 5 as moire generating information on forecast (Step S7).

[0039]The processing order may be contrary to processing of Step S3 - Step S5, and processing of Step S6. After displaying moire generating information on forecast, it may be made to make the processing which controls generating of moire which was mentioned above perform.

[0040]Hereafter, it explains still in detail about each procedure of drawing 3.

[0041]The periodicity data about the noticed picture element (xc, yc) specified via the <calculation of 3-1. periodicity data> input device 6 is computed when the periodicity data operation part 10 investigates a repetition of the periodic image pattern in a processing previous image.

[0042]It asks for the autocorrelation data $S (a, b)$ of the adjacent spaces of the following several 1 noticed picture elements (xc, yc) concrete first.

[0043]

[Equation 1]

$$S(a, b) = \sum_{i=-m}^{m} \sum_{j=-n}^{n} ABS\{P(xc + a + i, yc + b + j) - P(xc + i, yc + j)\}$$
$$(a = -wx \sim + wx), (b = -wy \sim + wy)$$

[0044]The function and P(x, y) which ABS{} asks for an absolute value However, the gradation value of the pixel (x, y) of a processing previous image, The amount of ZURASHI with which the constant m and n decide the difference addition field E to be, a, and b compare autocorrelation, wx, and wy are constants which determine the range W which investigates an autocorrelation characteristic to one central pixel (xc, yc).

[0045](xc, yc) When referred to as = (4, 4), m=n=1 (difference addition field: 3x3), and wx=xy=2 (a=b=-2 - +2), a calculation gestalt of the autocorrelation data S at the time of a=b=+2 (a, b) is shown in drawing 4.

[0046]It may be made to process m, n, wx, and wy as a fixed value set up beforehand, and suitably, an operator may constitute them from the input device 6 so that change is possible. And a field which extended further the circumference of the range W specified by m, n, wx, and wy by alpha pixel is started beforehand, it develops to processing previous image storage parts store 2b, and the periodicity data operation part 10 performs several 1 operation to the started imaging range. It may be made to also process a value of alpha as a

fixed value set up beforehand, and suitably, an operator may constitute from the input device 6 so that change is possible.

[0047]By the way, in above several 1, since it is asking for autocorrelation data in two dimensions, a throughput increases. Then, in order to investigate existence of a repetition of a periodic image pattern along a x direction which are the two directions of a pixel row which intersect perpendicularly mutually within a two-dimensional processing previous image, for example, and each y direction and to extract a periodic-images field, It asks for autocorrelation data $H(a)$ along a x direction and each y direction, and $V(b)$ by following several 2 and several 3, and may be made to attain improvement in the speed of processing.

[0048]

[Equation 2]

$$H(a) = \sum_{i=-m}^{+m} A B S \{ P(x_c + a + i, y_c) - P(x_c + i, y_c) \}$$
$$(a = -w_x \sim + w_x)$$

[0049]

[Equation 3]

$$V(b) = \sum_{j=-n}^{+n} A B S \{ P(x_c, y_c + b + j) - P(x_c, y_c + j) \}$$
$$(b = -w_y \sim + w_y)$$

[0050](x_c, y_c) In the case where it is referred to as = (4, 4), $m= 1$ (difference

addition field: 3x1), and $wx=2$ ($a=-2 - +2$), In the case where the calculation gestalt of autocorrelation data H (a) along the x direction at the time of $a= +2$ is set to $= (xc, yc) (4, 4)$, $n= 1$ (difference addition field: 1x3), and $wy=2$ ($b=-2 - +2$) again at drawing 5, The calculation gestalt of autocorrelation data V (b) along the y direction at the time of $b= +2$ is shown in drawing 6, respectively.

[0051]Next, it is based on autocorrelation data (S (a, b) or H (a), V (b)) for which it asked above, and existence of a repetition of a periodic image pattern in a picture is investigated.

[0052]That is, if a repetition of a periodic image pattern exists, autocorrelation will become high for every cycle of the image pattern, and autocorrelation data which can be found in one above, several 2, and several 3 will become small regularly. Therefore, first, the minimal value of (A) autocorrelation data is searched, and (B) these minimal value is below a predetermined level, and it investigates that (C) these minimal value exists regularly.

[0053]Drawing 7 is data in which an example of P (x, y) at the time of being referred to as $= (xc, yc) (7, 3)$, $m= 1$, and $wx=5$ ($a=-5 - +5$) and H (a) is shown, and the figure which graph-ized the H (a). That is, the figure shows the correlation characteristic of an observation region containing the noticed picture element concerned and adjacent spaces other than the observation region concerned about noticed picture element $(xc, yc) = (7, 3)$. Since $a= 0$ is the

autocorrelation of the same pixels, it turns into $H(0) = 0$ and becomes the minimal value.

[0054] About autocorrelation data $H(a)$, it is processing of the above (A), It asks for k which fulfills conditions of $[(H(k-1) > H(k)) \text{ and } (H(k) < H(k+1))]$ by + and - side. A value of $H(k)$ about k which fulfills this condition turns into the minimal value.

[0055] Processing of the above (B) judges whether as for H which fulfills conditions of the above (A) (k), i.e., H used as the minimal value, (k), below a predetermined threshold becomes. Plurality is beforehand set up by input device 6 grade, for example, as for this threshold, two, "SL1=7.5" and "SL2=5", are set up in drawing 7. And if $H(k)$ used as the minimal value is one or less threshold SL of the at least highest value, in processing of the above (B), it will be judged with it being below a predetermined level.

[0056] In order that whole $H(a)$ level may go up so that contrast of an observation region is high, a ratio (1= 58% of SL, 2= 38% of SL) to not a fixed value but the maximum of $H(a)$ may prescribe a threshold.

[0057] In processing of the above (C), existence of regularity is judged by whether a time $(\text{ABS} \{kp+km\} \leq 1)$ of, for example, setting k by the side of kp and - to km for k by the side of + which fulfills conditions of the above (A) is filled. . [whether an absolute value of mutual difference of width between each minimal

value which adjoins, for example to each minimal value which fulfills conditions of the above (A) is one or less respectively, and] That is, existence of regularity can also be judged by $\text{ABS}\{D(d+1)-D(d)\} \leq 1$ ($d = 0, 1$ and $2, \dots$: drawing 7 $d=0$).

According to the latter judgment, also when the two or more minimal value exists in + and - side, respectively, it can apply, for example.

[0058]Even if the minimal value exists in H (a), it is large to some extent (it is over threshold $SL1$ of the highest value), or, When these minimal value exists irregularly, it is hard to say that there is periodicity, but the above (B) can perform a level judging, the regularity of the minimal value can be distinguished by the above (C), and existence of periodicity can be judged certainly.

[0059]Therefore, when fulfilling all conditions of the above (A), (B), and (C), a repetition of a periodic image pattern will exist in a picture within the range W around a noticed picture element (xc, yc) . On the other hand, there is no periodicity in autocorrelation data H (a) as shown in drawing 8, and a repetition of a periodic image pattern will not exist.

[0060]By the way, in drawing 7, period value Th of a x direction is $((kp-km) / 2)$ or $(D(d))$.

[0061]Although existence and a period value (Th) of periodicity which met a x direction above were explained, existence and a period value (Tv) of periodicity along a y direction can be calculated by same processing.

[0062]If a period value (Th) of a x direction and a period value (Tv) of a y direction are known as shown in drawing 9, the period-directions calculation part 60 will compute the period directions theta which are the directions of a repetition of an image pattern as $\arctan(Tv/Th)$ based on them.

[0063]The period value calculation part 70 computes based on a period value (Th) of a x direction, and a period value (Tv) of a y direction as the actual period value (cycle of a repetition of an image pattern along period directions) T on a processing previous image (or $(Th \sin \theta, Tv \cos \theta)$).

[0064]When the autocorrelation data S (a, b) is used, can acquire actual period directions and a period value on existence of periodicity, or a processing previous image by performing the same processing as the above in two dimensions, but. As mentioned above, even if it uses autocorrelation data H (a) along a x direction and each y direction, and V (b), same result can be obtained at high speed. When the autocorrelation data S (a, b) is used, a cycle of a actual image pattern will be investigated from various directions, but a direction from which a period value serves as the minimum turns into period directions of that image pattern at this time.

[0065]In a process in which processing of the above (A), (B), and (C) is performed, the periodicity-index calculation part 20 computes the periodicity index M which shows a grade of existence of a repetition of an image pattern

based on a correlation characteristic as shown in drawing 7. It can be said that the autocorrelation data H (a) has a large degree of periodicity when H (k) used as the minimal value has become below in a threshold of a lower value, since it is what shows a degree (grade of existence of a repetition of an image pattern) of periodicity. For example, in drawing 7, the minimal value H (+3) of the minimal value H (-3) is smaller than threshold SL_2 to being between threshold SL_1 and threshold SL_2 . That is, a direction of the minimal value H (+3) shows that a degree of periodicity is large. Therefore, a grade of existence of a repetition of an image pattern can be distinguished by judging whether below in which threshold, the minimal value H (k) has become.

[0066] Specifically, the periodicity-index calculation part 20 computes the periodicity index M as follows. Minimal value H (k) which was judged in processing of the above (A) to be the minimal value, and was judged in processing of the above (B) to be one or less highest threshold SL , and was judged in processing of the above (C) to be those with regularity participates in calculation of the periodicity index M . However, H (0) is correlation with the noticed picture element itself, and since it is a value certainly set to 0, it does not participate in calculation of the periodicity index M . Therefore, for example, in drawing 7, the periodicity index M is computed by whether below in which threshold, the one or less threshold SL minimal value H (-3) and the minimal

value $H (+3)$ have become. when $H (k)$ which fulfills conditions of the above (A), (B), and (C) does not exist, periodicity does not exist by considering it as the periodicity index $M(xc, yc) = 0$ about the noticed picture element (xc, yc) -- a thing is carried out.

[0067]A value of the periodicity index M is prescribed to each of two or more thresholds by in 0 to 1, for example, "M=1" is prescribed to threshold SL1 by example of drawing 7 "M=0" and threshold SL2. And it is referred to as "M(k) =1" about two or less threshold SL minimal value $H (k)$. On the other hand, about minimal value [between threshold SL1 and threshold SL2] $H (k)$, the periodicity index M computes by considering that it changes linearly between threshold SL1 and threshold SL2. For example, in the case of drawing 7, it computes according to following several 4.

[0068]

[Equation 4]

$$M (k) = \frac{SL_1 - H (k)}{SL_1 - SL_2}$$

[0069]And the average value of $M (k)$ computed about two or more minimal value $H (k)$ serves as the periodicity index $M (xc, yc)$ about a noticed picture element (xc, yc) . For example, in drawing 7, since it is smaller than threshold SL2, the minimal value $H (+3)$ is set to $M(+3) = 1$. Since the minimal value $H (-3)$

is between threshold SL1 and threshold SL2, it is set to $M(-3) = (7.5-6)/(7.5-5) = 0.6$ according to several 4. Therefore, it is set to $= [\text{periodicity-index } M(7, 3)] (1+0.6) / 2 = 0.8$ about noticed picture element $(xc, yc) = (7, 3)$.

[0070]The threshold used for calculation of the periodicity index M may not be limited to two, and may be three or more. When the periodicity index M changes linearly between the highest threshold and the minimum threshold, two are enough, but it is more desirable to set up three or more thresholds, when changing nonlinearly.

[0071]It may be made to provide a threshold for judging the maximum of autocorrelation data $H(a)$ apart from the above-mentioned threshold. When the maximum of autocorrelation data $H(a)$ is smaller than a predetermined threshold, it thinks [that a noise exists in a uniform picture in many cases, and], and it cannot be said that it is a repetition of a periodic image pattern in such a case. Therefore, when the maximum of autocorrelation data $H(a)$ is smaller than a predetermined threshold, it judges that periodicity does not exist by considering it as the periodicity index $M(xc, yc) = 0$ about a noticed picture element (xc, yc) .

[0072]Calculation at least of the periodicity index M by the periodicity-index calculation part 20 is performed among processings by the periodicity data operation part 10 which was mentioned above about all the pixels contained to a field which extended further the circumference of the range W mentioned above

by alpha pixel, and expanded it. The periodicity index M is computed also about pixels other than a specified noticed picture element (xc, yc) because [of processing by the periodicity data processing part 80 mentioned later]. The calculation technique of the periodicity index M about pixels other than a specified noticed picture element (xc, yc) is the same as that of ****.

[0073]The period value T of a repetition of the periodicity index M and an image pattern in which a grade of existence of a repetition of an image pattern is shown about a noticed picture element (xc, yc) specified as mentioned above, and the direction theta of a repetition of an image pattern are computed as periodicity data.

[0074]When a noticed picture element (xc, yc) specified as <processing of 3-2. periodicity data> in time is located in an end of a repetition of an image pattern, the above-mentioned periodicity data may not be computed appropriately. First, the reason is explained below.

[0075]A case where the same processing as the above is performed is considered to a picture as shown in drawing 10. In drawing 10, a slash part shall be a black field and a residual portion shall be a white domain.

[0076]When a noticed picture element (xc, yc) exists in the black field P2 shown in drawing 10, drawing 11 comes to show the autocorrelation data H (a). That is, since the black field P1 and the black field P3 exist and it has become a

repetition of an image pattern, the minimal value H (a) below a predetermined threshold exists in neighbors of the black field $P2$ regularly. As a result, it is judged that a repetition of a periodic image pattern exists in the black field $P2$, and the periodicity index M (xc , yc) of a high value (for example, "1.0") is given to a noticed picture element (xc , yc). It is also the same as when a noticed picture element (xc , yc) exists in the black field $P3$.

[0077]On the other hand, when a noticed picture element (xc , yc) exists in the black field $P1$ shown in drawing 10, drawing 12 comes to show the autocorrelation data H (a). That is, although the black field $P2$ exists in right-hand of the black field $P1$, since a black field does not exist in left-hand, only one exists, i.e., the minimal value H (a) below a predetermined threshold will not exist regularly. As a result, it is judged that a repetition of a periodic image pattern does not exist in the black field $P1$, and the periodicity index M (xc , yc) of a noticed picture element (xc , yc) is made into "0." It is also the same as when a noticed picture element (xc , yc) exists in the black field $P4$.

[0078]Supposing processing is performed as mentioned above, it will be judged as that to which a repetition of an image pattern as shown in a slash part of drawing 13 exists in a picture shown in drawing 10. That is, it is judged as that in which only a repetition of an image pattern narrower than a repetition of a actual periodic image pattern in a processing previous image of drawing 10 exists.

[0079]And when a specified noticed picture element (xc, yc) exists in the black field P1 or the black field P4, in spite of being a repetition of a periodic image pattern actually, it is considered as the periodicity index $M(xc, yc) = 0$, and periodicity data is not computed appropriately.

[0080]Then, in this embodiment, the amount of [T], i.e., a period value, one cycle of a repetition [the periodicity data processing part 80] of an image pattern is extending a field judged to be a repetition of an image pattern in the above-mentioned periodicity data calculation processing.

[0081]The periodicity index M of a pixel which exists within the limits of $**T$ by making into a central pixel a pixel in a field specifically judged to be a repetition of an image pattern in the above-mentioned periodicity data calculation processing is compared with the periodicity index M of the central pixel concerned, If the periodicity index M of a pixel which exists within the limits of $**T$ is smaller, a value of the periodicity index M of the pixel is transposed to a value of the periodicity index M of a central pixel. For example, the black field P1 is included within the limits of $**T$ which made a central pixel a pixel of the black field P2 included in a field judged to be a repetition of an image pattern in drawing 13. Since it is lower than the periodicity index M of a pixel of the black field P2, as for the periodicity index M of a pixel in the black field P1, a value of the periodicity index M of a pixel in the black field P1 is replaced by a value of the

periodicity index M of a pixel of the black field P2. Similarly, a value of the periodicity index M of a pixel in the black field P4 is replaced by a value of the periodicity index M of a pixel of the black field P3. In order that the periodicity data processing part 80 may perform such processing, the periodicity-index calculation part 20 is computing the periodicity index M about all the pixels contained to a field which extended the circumference of the range W by alpha pixel further, and expanded it in the above-mentioned periodicity data calculation processing.

[0082]as a result, a field judged to be a repetition of an image pattern as boiled and shown in a slash part of drawing 14 will be acquired. This field includes all the repetitions of a actual image pattern in a processing previous image of drawing 10.And the periodicity index M of the same value as a value of the periodicity index M which a pixel of a field judged to be a repetition of an image pattern in periodicity data calculation processing had is given to a pixel in a field which is a repetition of an image pattern extended by doing in this way. After extending to a 2-way, it may be made have explained a case where it extended only to one way, in order to explain simply, but to compound it in ****.

[0083]A repetition of an image pattern is extended by the periodicity data processing part 80 as mentioned above, and processing of computed periodicity data is performed.

[0084]Even if it is a case where a specified noticed picture element (xc, yc) is located in an end of a repetition of an image pattern as a result of processing of periodicity data being performed by the <decision of 3-3. periodicity data> periodicity data processing part 80, it is judged that it is a repetition of an image pattern exactly. If it puts in another way, exact periodicity data about a specified noticed picture element (xc, yc) can be obtained by processing periodicity data. For this reason, after processing of periodicity data is performed, it has periodicity data after that processing, and final periodicity data about a noticed picture element (xc, yc) in which the periodicity data operation part 10 was specified is made to become final and conclusive in this embodiment.

[0085]The periodicity-index calculation part 20 becomes final and conclusive a value of the periodicity index M specifically given to a pixel in a field which is a repetition of an image pattern extended in the above-mentioned processing as the final periodicity index M about a noticed picture element (xc, yc).

[0086]When a specified noticed picture element (xc, yc) is located in an end of a repetition of an image pattern, in the autocorrelation data H (a), the minimal value exists only in one side. Here, when a repetition of an image pattern is extended in the above-mentioned processing and the final periodicity index M about a noticed picture element (xc, yc) goes up from "0" to other values, the period value T and the period directions theta are computed from the minimal

value which exists only in one side in the autocorrelation data H (a). For example, in drawing 7, supposing the minimal value exists only in + side, period value Th of a x direction will become (kp) or (D(1)). A period value (Tv) of a y direction is calculated similarly.

[0087]And the period-directions calculation part 60 computes the period directions theta which are the directions of a repetition of an image pattern as (arctan (Tv/Th)) based on them, and computes as final period directions. The period value calculation part 70 is also computed based on a period value (Th) of a x direction, and a period value (Tv) of a y direction as the period value T which is a cycle of a repetition of an image pattern along period directions (or (Th*xsintheta) Tvxcostheta), and is become final and conclusive as a final period value (refer to drawing 9).

[0088]It is a case where a specified noticed picture element (xc, yc) is located in an inside of a repetition of an image pattern, About what was judged that a value of the periodicity index M is in calculation of periodicity data of Step S3 except "0." The period-directions calculation part 60 and the period value calculation part 70 make a value of the period directions theta computed at Step S3, and the period value T become final and conclusive as final period directions and a period value as it is.

[0089]<Calculation of 3-4. contrast quantity>, next calculation of contrast

quantity are explained. As mentioned already, a processing previous image is also given to the difference image preparing part 30, and contrast quantity C (xc, yc) about a specified noticed picture element (xc, yc) is computed through processing by the difference image preparing part 30, the processing section 40, and the contrast quantity calculating part 50. Contrast quantity about a specified noticed picture element (xc, yc) is an index which shows a light-and-darkness ratio of a noticed picture element (xc, yc) and its peripheral pixel.

[0090]Drawing 15 is a flow chart which shows a procedure of contrast quantity calculation. Processing of Step S61 - Step S63 among each processing shown in Drawing 15 by the difference image preparing part 30. Processing of Step S64 - Step S66 is performed by the processing section 40, processing of Step S67 is performed by the contrast quantity calculating part 50, and these are explained in order below.

[0091]First, the difference image preparing part 30 creates a high concentration region extension picture and a high concentration region reduction image (Step S61, S62). Drawing 16 is a figure explaining extension or reduction of a high concentration region. As shown in the figure, a case where a high concentration region of a processing previous image in which a figure (portion which attached a slash) of a quadrangle of black figures was drawn into a white ground is extended or reduced is explained as an example.

[0092]In drawing 16, blank space is a high concentration region of gradation value P="255", and black graphic parts are the low concentration areas of gradation value P="0." When extending a high concentration region, filter operation by filter F1 which comprises a pixel row sequence of 3x3 to this picture is performed. Filter F1 is a filter which makes the maximum of the gradation values of the composition pixel (3x3=9 pixel) an output value of a middle pixel. And a high concentration region is extended by making this filter F1 scan one by one to a picture. That is, when filter F1 scans a peripheral part of a black figure, a gradation value (P= 255) of blank space which is high concentration (high gradation value) is outputted, and the edge part concerned is replaced by a white ground from black. this means that a high concentration region (white ground) is extended -- what is called -- it will be made to grow fat and processing will be performed.

[0093]Drawing 17 is a figure showing a high concentration region extension picture to which a high concentration region of a picture of drawing 16 was extended. A high concentration region (white ground) is extended and black graphic parts are smaller than a processing previous image.

[0094]On the other hand, as well as the above when reducing a high concentration region, filter operation with the filter F2 which comprises a pixel row sequence of 3x3 to a processing previous image is performed. The filter F2

is a filter which makes the minimum of the gradation values of the composition pixel (3x3=9 pixel) an output value of a middle pixel. Therefore, like the above-mentioned extension, if the filter F2 is made to scan one by one to a processing previous image, in a peripheral part of a black figure, a black gradation value (P= 0) which is low concentration (low gradation value) will be outputted, and the peripheral part concerned will be replaced by black from a white ground. this means that a high concentration region (white ground) is reduced -- what is called -- it will be made to become thin and processing will be performed.

[0095]Drawing 18 is a figure showing a high concentration region reduction image to which a high concentration region of a picture of drawing 16 was reduced. A high concentration region (white ground) is reduced and black graphic parts are larger than a processing previous image.

[0096]Next, the difference image preparing part 30 creates a difference image which is the difference of a high concentration region extension picture and a high concentration region reduction image (Step S63). A difference image in this embodiment is a picture acquired from a gradation value of a pixel of a high concentration region extension picture by subtracting a gradation value of a pixel of a high concentration region reduction image corresponding to the pixel concerned. That is, it is a picture acquired by following several 5.

[0097]

[Equation 5]

$$P_{\text{dif}}(x, y) = P_{\text{max}}(x, y) - P_{\text{min}}(x, y)$$

[0098]As for $P_{\text{dif}}(x, y)$, in several 5, the gradation value of the pixel (x, y) of a high concentration region extension picture and $P_{\text{min}}(x, y)$ of the gradation value of the pixel (x, y) of a difference image and $P_{\text{max}}(x, y)$ are the gradation values of the pixel (x, y) of a high concentration region reduction image.

[0099]Drawing 19 is a figure showing a created difference image. As compared with a processing previous image shown in drawing 16, in a processing previous image, a field where contrast is high, i.e., a field where a light-and-darkness ratio of a certain pixel and its circumference is large, has a big gradation value in a difference image so that clearly. This means that a difference image is a picture which extracted a field where contrast is high from a processing previous image, and can be said to be that creation of a difference image is the extracting processing of a high contrast area.

[0100]By the way, it is thought a field to some extent where area is big that moire occurs. Then, in this embodiment, the above-mentioned difference image was processed by the processing section 40, and even if it is high contrast, a small field and a noise part of area are removed (contrast is reduced).

[0101]Processing by the processing section 40 is performed by process of a three-stage of Step S64 - Step S66. First, the processing section 40 performs bilinear reduction about a difference image created at Step S63 (Step S64).

Bilinear reduction is a picture reducing process which one field divides a difference image into two or more fields which comprise a pixel group of 8x8 for example, averages a gradation value of a pixel of 64 contained in each of two or more fields, and is outputted as a gradation value of one pixel. As for a difference image, while every direction is reduced to one eighth by such bilinear reduction, a gradation value of a difference image will be smoothed by it.

[0102]Next, the processing section 40 performs filter operation by a median filter to a reduction image obtained by bilinear reduction (Step S65). A median filter is a filter which makes the median (median) of the gradation values of the composition pixel (for example, 3x3=9 pixel) an output value of a middle pixel, and is a filter for removing a noise part in a picture. If a median filter is made to scan one by one to the above-mentioned reduction image, a noise part in the reduction image concerned will be removed. Into a reduction image, a small high contrast area and noise areas of area in the original processing previous image serve as a noise part.

[0103]It is substantially [as performing filter operation by a median filter of 24x24 to the original difference image] equivalent to perform filter operation by a

median filter of 3x3 to a reduction image. Filter operation has so light a burden of CPU1 that size of a filter is small, and can be performed at high speed. That is, effect same with having performed filter operation with a big filter by performing filter operation with a small filter, after performing bilinear reduction can be acquired at high processing efficiency.

[0104]Next, to a reduction image after filter operation, the processing section 40 performs bilinear expansion and obtains a difference image after processing (Step S66). Bilinear expansion is processing which expands the reduction image concerned to a size equivalent to the original difference image, interpolating a gradation value of a pixel contained in a reduction image after filter operation.

[0105]Drawing 20 is a figure for explaining bilinear expansion notionally. In a reduction image after filter operation, as shown in drawing 20 (a), it is assumed that the gradation value $P= 255$, $P= 0$, and a pixel row located in a line in order of $P= 255$ existed. If every direction expands this by 8 times, a difference image of origin as shown in drawing 20 (b), and a picture of an equivalent size will be acquired, About the pixel row L1 and the pixel row L2 which were generated between a pixel of the gradation value $P= 255$, and a pixel of the gradation value $P= 0$ at this time, a gradation value interpolated by straight-line approximation between the gradation value $P= 255$ and the gradation value $P= 0$ (bilinear interpolation) is given. If it does in this way, though gradation values of a pixel

which adjoins in a reduction image after filter operation differ greatly, in a difference image after expansion, a gradation value will be in the state (what is called a state of "getting used") of changing smoothly.

[0106]While processing according to the processing section 40 as mentioned above is performed and combination of bilinear reduction and bilinear expansion performs a kind of shading-off processing to a difference image, By performing filter operation by a median filter, even if it is high contrast, a small field and a noise part of area can acquire a difference image after fully removed processing.

[0107]Processing treatment of Step S64 - Step S66 is omissible processing when a field etc. where area is small hardly exist, even if it is high contrast in not indispensable processing but a processing previous image.

[0108]Next, when it progresses to Step S67 and the contrast quantity calculating part 50 detects a gradation value of a noticed picture element (xc, yc) specified from a difference image (difference image which omits a difference image after processing, or processing), contrast quantity about the noticed picture element concerned is computed.

[0109]A difference image is a picture which extracted a field where contrast is high from a processing previous image, and that the gradation value is large means that contrast is high in a processing previous image. Therefore, a gradation value of a noticed picture element (xc, yc) in a difference image is set

to contrast quantity C (xc, yc) about a noticed picture element (xc, yc) which became an index which shows a light-and-darkness ratio of a noticed picture element (xc, yc) and its circumference as it is, namely, was specified.

[0110]In the example, although it explained that contrast quantity about a noticed picture element was computed from a difference image, contrast quantity may be computed as follows, for example.

[0111]It can ask for difference of a gradation value of a noticed picture element, and a gradation value of a peripheral pixel (for example, right and left, an adjacent pixel of a sliding direction), and contrast quantity can be computed based on calculated average value or total value of a difference value.

[0112]Or it can ask for difference of a gradation value between peripheral pixels (for example, right and left, an adjacent pixel of a sliding direction) to a noticed picture element, and contrast quantity can be computed based on calculated average value or total value of a difference value.

[0113]After periodicity data about a noticed picture element (xc, yc) which is beyond <presenting of 3-5. moire generating information on forecast>, and was made and specified is become final and conclusive and contrast quantity C (xc, yc) is computed, they are displayed on the display 5 as moire generating information on forecast.

[0114]Drawing 21 is a figure showing signs that moire generating information on

forecast was displayed on the display 5. For example, supposing an operator specifies the pixel DG in a processing previous image displayed on the display 5 (Step S2), moire generating information-on-forecast viewing-area MT will be displayed in piles on a processing previous image.

[0115]Drawing 22 is a figure showing an example of display information of moire generating information-on-forecast viewing-area MT. It is the information concerning [on this embodiment and / moire generating information on forecast] prediction of moire generating, Periodicity data computed as mentioned above and contrast quantity, a "periodicity index" about a noticed picture element specified strictly, a "period value", a "direction", and "contrast quantity" are included. And the "periodicity index M" computed about a specified noticed picture element as moire generating information on forecast, the "period value T", the "direction theta", and "contrast quantity C" are numerically displayed on moire generating information-on-forecast viewing-area MT. For example, in drawing 22, the periodicity index M about the specified noticed picture element DG, the period value T, the direction theta, and contrast quantity C are numerically displayed as a "degree", a "cycle", a "direction", and "contrast quantity", respectively.

[0116]An operator by recognizing visually moire generating information-on-forecast viewing-area MT displayed on the display 5, Information

about a repetition of an image pattern leading to moire generating can be acquired as a numerical value, A grade of moire which reaches [whether moire occurs and or not] and is generated around the specified pixel DG can be grasped quantitatively, and even if it is how many persons, generating of moire can be predicted easily. And if an operator sets suitably a parameter of processing which controls generating of moire mentioned already based on checked moire generating information on forecast, for example, suitable moire generation control processing can be performed.

[0117]It can be said that the periodicity index M, the period value T, and the direction theta are a grade of respectively periodic existence of a repetition of an image pattern, a cycle of a repetition of an image pattern, and the direction of a repetition of an image pattern, and are the direct information for predicting moire generating among the above-mentioned moire generating information on forecast. On the other hand, contrast quantity C is an index which shows a light-and-darkness ratio of a noticed picture element and its circumference among moire generating information on forecast. When contrast quantity C determines whether to put weight on shading-off processing of the moire generation control processings mentioned already, or processing [which / of shift processing], it is important information, and it is auxiliary information from a viewpoint of prediction of moire generating. Therefore, it is not necessary to

necessarily display contrast quantity C.

[0118]

[Effect of the Invention]As mentioned above, the moire generating information-on-forecast calculating means which computes the moire generating information on forecast about generating of moire about a noticed picture element according to the invention of claim 1 as explained, Since it has the displaying means which displays the computed moire generating information on forecast, generating of moire can be easily predicted only by checking the moire generating information on forecast displayed on the displaying means.

[0119]The periodicity-index calculating means which computes the periodicity index which shows the grade of the existence of a repetition of an image pattern based on the correlation characteristic of the observation region where a moire generating information-on-forecast calculating means contains a noticed picture element, and adjacent spaces other than the observation region concerned according to the invention of claim 2, Since the periodic calculating means which computes the cycle of a repetition of an image pattern, and the direction calculating means which computes the direction of a repetition of an image pattern are included, generating of moire can be predicted easily and exactly.

[0120]According to the invention of claim 3, since a moire generating information-on-forecast calculating means includes the contrast quantity

calculating means which computes the contrast quantity which is an index which shows the light-and-darkness ratio of a noticed picture element and its peripheral pixel about a noticed picture element, it can predict generating of moire easily and exactly.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram showing an example of the hardware constitutions of the image processing device concerning this invention.

[Drawing 2]It is a functional block diagram showing the functional composition of the image processing device of drawing 1.

[Drawing 3]It is a flow chart which shows the outline of the procedure of image processing in the image processing device of drawing 1.

[Drawing 4]It is a figure showing an example of the calculation gestalt of autocorrelation data.

[Drawing 5]It is a figure showing an example of the calculation gestalt of the autocorrelation data along a x direction.

[Drawing 6]It is a figure showing an example of the calculation gestalt of the

autocorrelation data along a y direction.

[Drawing 7]It is a figure showing the autocorrelation data along the x direction obtained from an example of the gradation value of each pixel of a processing previous image, and it.

[Drawing 8]It is a figure showing an example of the autocorrelation data along a x direction without periodicity.

[Drawing 9]It is a figure showing the relation between the period value along the period value along a x direction, and a y direction, actual period directions, and a period value.

[Drawing 10]It is a figure showing an example of a processing previous image.

[Drawing 11]It is a figure showing an example of the autocorrelation data about the picture of drawing 10.

[Drawing 12]It is a figure showing other examples of the autocorrelation data about the picture of drawing 10.

[Drawing 13]It is a figure showing the field field judged to be a repetition of an image pattern in periodicity data calculation processing.

[Drawing 14]It is a figure showing the repetition field of the extended image pattern.

[Drawing 15]It is a flow chart which shows the procedure of contrast quantity calculation.

[Drawing 16]It is a figure explaining extension or reduction of a high concentration region.

[Drawing 17]It is a figure showing the high concentration region extension picture to which the high concentration region of the picture of drawing 16 was extended.

[Drawing 18]It is a figure showing the high concentration region reduction image to which the high concentration region of the picture of drawing 16 was reduced.

[Drawing 19]It is a figure showing the created difference image.

[Drawing 20]It is a figure for explaining bilinear expansion notionally.

[Drawing 21]It is a figure showing signs that moire generating information on forecast was displayed on the display.

[Drawing 22]It is a figure showing an example of the display information of a moire generating information-on-forecast viewing area.

[Drawing 23]It is a figure for explaining the conventional problem, and is a figure showing the physical relationship of an image pattern and a photoelectric element.

[Drawing 24]It is a figure showing "IN phase state" and a "OUT phase state" in case the image patterns of a digital image are four pixel periods.

[Drawing 25]It is a figure showing the gradation value of each calculative pixel at the time of performing a sharpness process to the digital image of drawing 24.

[Drawing 26]It is a figure showing the final gradation value of each pixel at the time of performing a sharpness process to the digital image of drawing 24.

[Drawing 27]It is a figure showing an example of the look-up table which carries out gray-scale-conversion processing which moire may generate.

[Drawing 28]It is a figure showing other examples of the look-up table which carries out gray-scale-conversion processing which moire may generate.

[Description of Notations]

1 CPU

5 Display

6 Input device

7 Image input machine

8 Recording medium

10 Periodicity data operation part

20 Periodicity-index calculation part

30 Difference image preparing part

40 Processing section

50 Contrast quantity calculating part

60 Period-directions calculation part

70 Period value calculation part

80 Periodicity data processing part

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-86369

(P2001-86369A)

(43)公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 4 N 5/21
1/405

識別記号

F I
H 0 4 N 5/21
1/40

テ-マコ-ト(参考)
B 5 C 0 2 1
1 0 4 5 C 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平11-256182

(22)出願日 平成11年9月9日(1999.9.9)

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁
目天神北町1番地の1

(72)発明者 古川 至

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神
北町1番地の1 大日本スクリーン製造株
式会社内

(74)代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

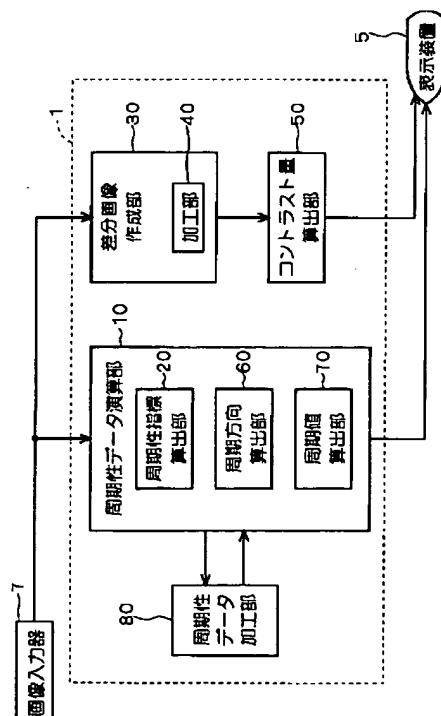
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置

(57)【要約】

【課題】 モアレの発生を容易に予測することができる
画像処理装置を提供する。

【解決手段】 処理前画像内の指定された注目画素について、周期性データ演算部10が周期性データの算出を行う。周期性データとは、周期性指標と周期方向と周期値とを含む総称である。得られた周期性データは、周期性データ加工部80によって加工され、その加工後の周期性データをもって、周期性データ演算部10が注目画素についての最終的な周期性データを確定させる。一方、読み込まれたデジタル画像は、差分画像作成部30にも与えられ、処理前画像から差分画像が作成される。差分画像は加工部40によって加工され、その加工後の差分画像に基づいてコントラスト量算出部50が明暗比を示す指標であるコントラスト量を算出する。その後、注目画素について得られた周期性データおよびコントラスト量がモアレ発生予測情報として表示装置5に表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像内の注目画素を指定する注目画素指定手段と、

前記注目画素について、モアレの発生に関するモアレ発生予測情報を算出するモアレ発生予測情報算出手段と、算出された前記モアレ発生予測情報を表示する表示手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 請求項1記載の画像処理装置において、前記モアレ発生予測情報算出手段は、

前記注目画素を含む注目領域と該注目領域以外の周辺領域との相関特性に基づいて画像パターンの繰り返しの有無の程度を示す周期性指標を算出する周期性指標算出手段と、

前記画像パターンの繰り返しの周期を算出する周期算出手段と、

前記画像パターンの繰り返しの方向を算出する方向算出手段と、を含み、前記モアレ発生予測情報は、前記周期性指標、前記周期および前記方向を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 請求項2記載の画像処理装置において、前記モアレ発生予測情報算出手段は、

前記注目画素について、前記注目画素とその周辺画素との明暗比を示す指標であるコントラスト量を算出するコントラスト量算出手段、をさらに含み、前記モアレ発生予測情報は、前記コントラスト量をさらに含むことを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、指定された注目画素についてのモアレ発生予測情報を求めて表示する画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に従来より、画像処理は、CCDなどの画像入力器で原稿または対象物体を光学的に読み取り、デジタル化することによってデジタル画像を取得し、そのデジタル画像に対して種々の処理を施すことにより行われる。

【0003】 例えば、画像の鮮鋭度を向上させる場合には取得したデジタル画像にシャープネス処理が施される。また、シャープネス処理以外にも、画像中の画素の階調値を変換する階調変換処理等が行われる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来、例えば、デジタル画像に対してシャープネス処理などの画像処理を行った場合、処理後の画像にモアレが発生することがあった。

【0005】 本発明者は、このようなモアレの発生状態や発生原因を調査した。その結果、まず、このようなモアレは、画像内に布地や網模様、格子パターンなどの周期性を有する画像パターンが存在する画像領域で発生す

ることが判明した。

【0006】 このようなモアレは、以下のような原因で発生すると考えられる。例えば、原稿内に図23に示すような周期性を有する画像パターン(白黒の縞模様)GPTが存在し、この原稿を画像入力器で読み取ってデジタル画像を得る場合を考える。このとき、原稿の画像パターンGPTと画像入力器の光学読み取り素子(光電素子)IDとの位置関係によって、得られたデジタル画像の各画素の階調値は変化する。

【0007】 例えば、原稿の画像パターンGPTと光電素子IDとの位置関係が図23(a)に示す状態であれば、得られたデジタル画像の各画素の階調値は、図24(a)の階調プロファイルに示すように、白黒が明確に分かれる「INフェイズ状態」となる。また、原稿の画像パターンGPTと光電素子IDとの位置関係が図23(b)に示す状態であれば、得られたデジタル画像の各画素の階調値は、図24(b)の階調プロファイルに示すように、白黒の中間値が発生する「OUTフェイズ状態」となる。

【0008】 図24に示す各階調プロファイルは「INフェイズ状態」と「OUTフェイズ状態」とで相違するが、各々の平均階調値AK_{IN}、AK_{OUT}は略等しい。

【0009】 しかしながら、デジタル画像に、例えば、シャープネス処理を施すと、「INフェイズ状態」で読み取られた画像と「OUTフェイズ状態」で読み取られた画像とで平均階調値AK_{IN}、AK_{OUT}に違いが生じる。例えば、図24(a)、(b)に示す各画像にそれぞれシャープネス処理を施すと、計算上、各画素の階調値は各々図25(a)、(b)に示すようになる。ここで、計算上、階調値が階調レンジKR(図では、0~255)から外れるサチレーションが起きると、その階調値は、強制的に階調レンジKRの上下限値に修正される。すなわち、図24(a)、(b)に示す各画像にそれぞれシャープネス処理を施すと、処理後の各画素の階調値は各々図26(a)、(b)の実線に示すようになる。

【0010】 ここで、この例の画像パターンGPTは、デジタル画像上で4画素周期の周期性を有しているが、1周期ごとに、図26(a)では、白2画素だけにサチレーションSRが起き、図26(b)では、白1画素と黒1画素とにサチレーションSRが起きている。その結果、図26(a)('INフェイズ状態')の平均階調値AK_{IN}は、図26(b)('OUTフェイズ状態')の平均階調値AK_{OUT}に比べて低くなる。

【0011】 ところで、図23では、画像パターンGPTの白黒の幅が、光電素子IDの幅の整数倍である場合を示したが、画像パターンGPTの白黒の幅が、光電素子IDの幅の整数倍でない場合、原稿の画像パターンGPTと光電素子IDとの位置関係が周期的にずれるので、得られた画像上では、画像パターンGPTは、「I

「Nフェイズ状態」と「OUTフェイズ状態」とで読み込まれる状態が周期的に繰り返されることになる。この場合、このデジタル画像にシャープネス処理を施すと、平均階調値が周期的に変動する状態が生じる。この平均階調値が周期的に変動する状態が、モアレとなって現れるものと考えられる。

【0012】この周期変動は、原稿や対象物体には無い画像であるため、画像の品質が著しく低下することになる。

【0013】上記ではデジタル画像に対してシャープネス処理を施した場合について説明したが、例えば、図27に示すようなルックアップテーブルによって各画素の階調値を変換するような階調変換処理など、サチレーションに偏りが生じるような画像処理を施した場合にも上記のような平均階調値が周期的に変動する状態が発生し、その結果、処理後の画像にモアレが発生すると考えられる。

【0014】さらに、例えば、図28に示すようなルックアップテーブルによって各画素の階調値を変換する階調変換処理などでも、「INフェイズ状態」と「OUTフェイズ状態」とで平均階調値に違いが生じ、上記のような平均階調値が周期的に変動する状態が発生する結果、処理後の画像にモアレが発生すると考えられる。

【0015】モアレの発生原因は以上のようなものであるが、従来においては、モアレの発生に関する予測情報、すなわちシャープネス処理等の画像処理の結果、平均階調値が周期的に変動する状態となるのを予測する情報を定量的にオペレータに知らせる技術はなかった。従って、従来においては、オペレータの経験と目視による以外にモアレの発生を予測することはできず、モアレの発生を何人にも容易に予測することができる技術が望まれていた。

【0016】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、モアレの発生を容易に予測することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1の発明は、画像処理装置であって、画像内の注目画素を指定する注目画素指定手段と、前記注目画素について、モアレの発生に関するモアレ発生予測情報を算出するモアレ発生予測情報算出手段と、算出された前記モアレ発生予測情報を表示する表示手段と、を備えている。

【0018】また、請求項2の発明は、請求項1の発明に係る画像処理装置において、前記モアレ発生予測情報算出手段に、前記注目画素を含む注目領域と当該注目領域以外の周辺領域との相関特性に基づいて画像パターンの繰り返しの有無の程度を示す周期性指標を算出する周期性指標算出手段と、前記画像パターンの繰り返しの周期を算出する周期算出手段と、前記画像パターンの繰り

返しの方向を算出する方向算出手段と、を含ませ、前記モアレ発生予測情報に、前記周期性指標、前記周期および前記方向を含ませている。

【0019】また、請求項3の発明は、請求項2の発明に係る画像処理装置において、前記モアレ発生予測情報算出手段に、前記注目画素について、前記注目画素とその周辺画素との明暗比を示す指標であるコントラスト量を算出するコントラスト量算出手段、をさらに含ませ、前記モアレ発生予測情報に、前記コントラスト量をさらに含ませている。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0021】<1. 背景となる技術>本発明者は、調査・解明したモアレの発生原因に基づいて、モアレの発生を抑制する技術について案出した。この技術について簡単に説明すると以下のようなものである。

【0022】原稿または対象物体をデジタル画像として読み込み、その画像から周期的な画像パターンの繰り返しが存在する周期画像領域を抽出する。また、このときに後述する相関特性に基づいて、画像パターンの繰り返しの有無の程度を示す周期性指標を算出する。

【0023】一方、これとは別に、読み込まれたデジタル画像から差分画像を作成する。差分画像を加工した後、その差分画像に基づいて明暗比を示す指標であるコントラスト量を算出する。

【0024】その後、上記の周期性指標およびコントラスト量に基づいてぼかし処理の程度であるぼかし量を決定し、また、シフト処理の程度であるシフト量を決定する。そして、決定されたぼかし量に従って画像のぼかし処理を行い、決定されたシフト量に従ってシフト処理を行う。

【0025】このようなぼかし処理またはシフト処理を行うことによって、「INフェイズ状態」と「OUTフェイズ状態」とが周期的に繰り返される状態が崩されるため、ぼかし処理またはシフト処理後の画像に対してシャープネス処理等を施したとしても、平均階調値が周期的に変動する状態は生じず、モアレの発生を抑制することができる。なお、画像のコントラストが高い場合には主としてぼかし処理を行い、コントラストが低い場合には主としてシフト処理を行うことにより画質が劣化するのを防止している。

【0026】かかる技術においては、画像から周期性指標およびコントラスト量を算出し、それらに基づいて自動的にぼかし量やシフト量を決定している。ここで例えば、周期性指標は、シャープネス処理等を施したときに平均階調値が周期的に変動する状態が生じる原因（モアレ発生の原因）となる画像パターンの繰り返しの有無の程度を示す指標であり、いわばモアレの発生を予測するための指標である。従って、このような周期性指標等を

表示すれば、オペレータはモアレの発生を予測する情報を定量的に把握することができるのである。

【0027】本発明は、このような周期性指標等を表示することによって、モアレの発生を予測する情報を定量的に示すものであり、以下詳細に説明する。

【0028】<2. 画像処理装置の全体構成>図1は、本発明に係る画像処理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。この画像処理装置はいわゆるコンピューターシステムを用いて構成されている。CPU1は、内部メモリ2に記憶された処理プログラムに従って、本発明に係るモアレ発生予測情報を算出する処理の他、上述したモアレの発生を抑制する処理やシャープネス処理などの画像処理も実行する。CPU1と内部メモリ2とはバスラインBLを介して接続されている。内部メモリ2には、上述した処理プログラムを記憶するプログラム記憶部2a以外にも、少なくとも処理を施す前のデジタル画像(以下、「処理前画像」とも言う)を記憶する処理前画像記憶部2bや処理を施した後のデジタル画像(以下、「処理後画像」とも言う)を記憶する処理後画像記憶部2cを有する。

【0029】また、CPU1は、出入力インターフェイス1Fを介して、記録媒体用ドライバ3、外部記憶装置4、表示装置5、入力装置6、画像入力器7などにも接続されている。

【0030】記録媒体用ドライバ3には、上述した各処理をCPU1に実行させるための処理プログラムが記録されている記録媒体8が装填される。記録媒体8から読み出された処理プログラムは内部メモリ2内のプログラム記憶部2aに記憶され、CPU1によって実行される。

【0031】ハードディスクや光磁気ディスクなどで構成される外部記憶装置4は、処理前画像や処理後画像などの画像の保存などに用いられる。また、CRTなどで構成される表示装置5は、モアレ発生予測情報の表示の他、処理前画像や処理後画像、シャープネス処理後の画像などの表示などに用いられる。さらに、キーボードやマウスなどで構成される入力装置6は、オペレータからの注目画素の指定の他、各種の指示や処理に必要なデータの設定などに用いられる。

【0032】入力スキャナなどで構成される画像入力器7によって読み込まれたデジタル画像(処理前画像)は、内部メモリ2内の処理前画像記憶部2bに記憶され、この処理前画像に対して、後述するようなモアレ発生予測情報の算出に関する各処理が施される。

【0033】図2は、図1の画像処理装置の機能的構成を示す機能ブロック図である。同図に示すように、この画像処理装置は機能的に、周期性データ演算部10と、差分画像作成部30と、コントラスト量算出部50と、周期性データ加工部80とを備えている。さらに、周期性データ演算部10は、周期性指標算出部20と、周期

方向算出部60と、周期値算出部70と含み、差分画像作成部30は、加工部40を含んでいる。これらの処理部はいずれも、CPU1内において、上記処理プログラムによって実現される手段であり、それぞれの機能および処理内容については後に詳述する。

【0034】<3. 画像処理の手順>図3は、画像処理装置における画像処理の処理手順の概要を示すフローチャートである。画像処理に先立って、原稿または対象物体が画像入力器7によってデジタル画像として読み込まれ、処理前画像記憶部2bに記憶される。そして、読み込まれたデジタル画像は、表示装置5に処理前画像として表示される(ステップS1)。

【0035】次に、オペレータが表示された処理前画像を確認しつつ、モアレ発生予測情報を知りたい領域の注目画素を指定する(ステップS2)。この指定は、入力装置6を使用して行われる。

【0036】次に、上記の指定された注目画素について、周期性データ演算部10が処理前画像から周期性データの算出を行う(ステップS3)。周期性データとは、周期性指標と周期方向と周期値とを含む総称であり、これについてはさらに後述する。得られた周期性データは、周期性データ加工部80によって加工され(ステップS4)、その加工後の周期性データをもって、周期性データ演算部10が注目画素についての最終的な周期性データを確定させる(ステップS5)。

【0037】一方、読み込まれたデジタル画像は、差分画像作成部30にも与えられ、処理前画像から差分画像が作成される。差分画像は加工部40によって加工され、その加工後の差分画像に基づいてコントラスト量算出部50が明暗比を示す指標であるコントラスト量を算出する(ステップS6)。

【0038】その後、注目画素について得られた周期性データおよびコントラスト量がモアレ発生予測情報として表示装置5に表示される(ステップS7)。

【0039】なお、ステップS3～ステップS5の処理とステップS6の処理とはその処理順序が逆であっても良い。また、モアレ発生予測情報を表示させた後に、上述したようなモアレの発生を抑制する処理を行わせるようにしても良い。

【0040】以下、図3の各処理手順についてさらに詳細に説明する。

【0041】<3-1. 周期性データの算出>入力装置6を介して指定された注目画素(xc,yc)についての周期性データは、周期性データ演算部10が処理前画像における周期的な画像パターンの繰り返しを調べることにより算出される。

【0042】具体的には、まず、以下の数1によって注目画素(xc,yc)の周辺領域の自己相関データS(a,b)を求める。

【0043】

【数1】

$$S(a, b) = \sum_{i=-m}^{+m} \sum_{j=-n}^{+n} ABS \{ P(xc + a + i, yc + b + j) - P(xc + i, yc + j) \}$$

$$(a = -wx \sim +wx), (b = -wy \sim +wy)$$

【0044】但し、 $ABS \{ \}$ は絶対値を求める関数、 $P(x, y)$ は処理前画像の画素 (x, y) の階調値、 m, n は差分積算領域 E を決める定数、 a, b は自己相関を比較するズラシ量、 wx, wy は 1 つの中心画素 (xc, yc) に対して自己相関特性を調べる範囲 W を決める定数である。

【0045】 $(xc, yc) = (4, 4)$ 、 $m=n=1$ (差分積算領域: 3×3)、 $wx=wy=2$ ($a=b=-2 \sim +2$) とした場合において、 $a=b=+2$ のときの自己相関データ $S(a, b)$ の算出形態を図 4 に示す。

【0046】なお、 m, n, wx, wy は予め設定された固定値として処理するようにしてもよいし、入力装置 6 からオペレータによって適宜に変更可能に構成してもよい。そして、周期性データ演算部 10 は、 m, n, wx, wy によって規定される範囲 W の周囲をさらに α 画素分だけ拡張した領域を予め切り出して、処理前画像記憶部

$$H(a) = \sum_{i=-m}^{+m} ABS \{ P(xc + a + i, yc) - P(xc + i, yc) \}$$

$$(a = -wx \sim +wx)$$

【0049】

2 b に展開し、その切り出した画像領域に対して数 1 の演算を行う。 a の値についても、予め設定された固定値として処理するようにしてもよいし、入力装置 6 からオペレータによって適宜に変更可能に構成してもよい。

【0047】ところで、上記の数 1 では、自己相関データを 2 次元的に求めているので処理量が多くなる。そこで、例えば、2 次元の処理前画像内で互いに直交する 2 つの画素列方向である x 方向、 y 方向それぞれに沿った周期的な画像パターンの繰り返しの存在を調べて周期画像領域を抽出するために、 x 方向、 y 方向それぞれに沿った自己相関データ $H(a)$ 、 $V(b)$ を以下の数 2、数 3 によって求めて、処理の高速化を図るようにしてもよい。

【0048】

【数2】

$$V(b) = \sum_{j=-n}^{+n} ABS \{ P(xc, yc + b + j) - P(xc, yc + j) \}$$

$$(b = -wy \sim +wy)$$

【0050】 $(xc, yc) = (4, 4)$ 、 $m=1$ (差分積算領域: 3×1)、 $wx=2$ ($a=-2 \sim +2$) とした場合において、 $a=+2$ のときの x 方向に沿った自己相関データ $H(a)$ の算出形態を図 5 に、また、 $(xc, yc) = (4, 4)$ 、 $n=1$ (差分積算領域: 1×3)、 $wy=2$ ($b=-2 \sim +2$) とした場合において、 $b=+2$ のときの y 方向に沿った自己相関データ $V(b)$ の算出形態を図 6 にそれぞれ示す。

【0051】次に、上記で求めた自己相関データ ($S(a, b)$ 、または、 $H(a)$ 、 $V(b)$) に基づき、画像中における周期的な画像パターンの繰り返しの有無を調べる。

【0052】すなわち、周期的な画像パターンの繰り返しが存在すると、その画像パターンの周期ごとに自己相関が高くなり、上記数 1、数 2、数 3 で求まる自己相関データは規則的に小さくなる。従って、まず、(A) 自己相関データの極小値を検索し、(B) それら極小値が所定レベル以下で、かつ、(C) それら極小値が規則的に存在していることを調べる。

【0053】図 7 は $(xc, yc) = (7, 3)$ 、 $m=1$ 、 $wx=5$ ($a=-5 \sim +5$) とした場合の $P(x, y)$ 、 $H(a)$ の一例を示すデータとその $H(a)$ をグラフ化した図である。すなわち、同図は注目画素 $(xc, yc) = (7, 3)$ について、当該注目画素を含む注目領域と当該注目領域以外の周辺領域との相関特性を示す。

【0054】自己相関データ $H(a)$ について、上記 (A) の処理は、 $[(H(k-1) > H(k)) \text{ and } (H(k) < H(k+1))]$ の条件を満たす k を + 側と - 側とで求める。この条件を満たす k についての $H(k)$ の値が極小値となる。

【0055】上記 (B) の処理は、上記 (A) の条件を満たす $H(k)$ 、すなわち極小値となる $H(k)$ が所定のしきい値以下となるか否かで判定する。このしきい値は、予め入力装置 6 等によって複数が設定されており、例えば図 7 においては、“ $SL1=7.5$ ”、“ $SL2=5$ ” の 2 つが設定されている。そして、極小値となる $H(k)$ が少なくとも最も高い値のしきい値 $SL1$ 以下となれば、上記 (B) の処理において、所定レベル以下であると判定される。

【0056】なお、注目領域のコントラストが高いほど、 $H(a)$ の全体レベルが上がるため、しきい値は固定値ではなく、 $H(a)$ の最大値に対する比率 ($SL1 = 5.8\%$ 、 $SL2 = 3.8\%$) で規定してもよい。

【0057】上記 (C) の処理では、例えば、上記 (A) の条件を満たす + 側の k を kp 、- 側の k を km としたとき ($ABS \{ kp + km \} \leq 1$) を満たすか否かで規則性の有無

を判定する。また、例えば、上記(A)の条件を満たす各極小値に対して、隣接する各極小値間の幅の相互の差分の絶対値が各々1以下であるか否か、すなわち、 $|\mathbb{D}(d+1) - \mathbb{D}(d)| \leq 1$ ($d=0, 1, 2, \dots$: 図7では、 $d=0$) によって規則性の有無を判定することもできる。後者の判定によれば、例えば、極小値が+側、-側にそれぞれ2個以上存在する場合にも適用できる。

【0058】 $H(a)$ に極小値が存在しても、ある程度大きかったり(最も高い値のしきい値 SL_1 を越えていたり)、それら極小値が不規則に存在しているような場合は周期性が有るとは言い難いが、上記(B)によりレベル判定が行え、上記(C)により極小値の規則性が判別でき、周期性の有無を確実に判定できる。

【0059】従って、上記(A)、(B)、(C)の条件を全て満たす場合、注目画素 (xc, yc) の周囲の範囲 W 内の画像に周期的な画像パターンの繰り返しが存在することになる。これに対して、図8に示すような自己相関データ $H(a)$ には周期性が無く、周期的な画像パターンの繰り返しが存在しないこととなる。

【0060】ところで、図7において、 x 方向の周期値 Th は $((kp-km)/2)$ または $(D(d))$ である。

【0061】また、上記では x 方向に沿った周期性の有無や周期値 (Th) について説明したが、 y 方向に沿った周期性の有無や周期値 (Tv) も同様の処理により求めることができる。

【0062】図9に示すように、 x 方向の周期値 (Th) と y 方向の周期値 (Tv) が判れば、周期方向算出部60がそれらに基づいて画像パターンの繰り返しの方向である周期方向 θ を $(\arctan(Tv/Th))$ として算出する。

【0063】また、周期値算出部70が x 方向の周期値 (Th) と y 方向の周期値 (Tv) とに基づいて、処理前画像上の実際の周期値(周期方向に沿った画像パターンの繰り返しの周期) T を $(Th \times \sin \theta)$ (または、 $Tv \times \cos \theta$)として算出する。

【0064】自己相関データ $S(a, b)$ を用いた場合には、上記と同様の処理を2次元的に行うことで、周期性の有無や処理前画像上の実際の周期方向及び周期値を得ることができるが、上述したように x 方向、 y 方向それぞれに沿った自己相関データ $H(a)$ 、 $V(b)$ を用いても同様の結果を高速に得ることができる。なお、自己相関データ $S(a, b)$ を用いた場合、実際の画像パターンの周期を種々の方向から調べることになるが、このとき、周期値が最小となる方向がその画像パターンの周期方向となる。

【0065】また、上記(A)、(B)、(C)の処理が実行される過程において、図7に示したような相関特性に基づいて、周期性指標算出部20が画像パターンの繰り返しの有無の程度を示す周期性指標 M を算出する。自己相関データ $H(a)$ は、周期性の度合い(画像パターンの繰り返しの有無の程度)を示すものであるため、極

小値となる $H(k)$ がより低い値のしきい値以下となっている場合には、周期性の度合いが大きいと言える。例えば、図7において、極小値 $H(-3)$ はしきい値 SL_1 としきい値 SL_2 との間であるのに対して、極小値 $H(+3)$ はしきい値 SL_2 よりも小さい。つまり、極小値 $H(+3)$ の方が周期性の度合いが大きいことを示している。従って、極小値 $H(k)$ がいずれのしきい値以下となっているかを判定することによって、画像パターンの繰り返しの有無の程度を判別することができる。

【0066】具体的には、以下のようにして周期性指標算出部20が周期性指標 M を算出する。周期性指標 M の算出に関与するのは、上記(A)の処理において極小値と判定され、上記(B)の処理において最高しきい値 SL_1 以下と判定され、かつ上記(C)の処理において規則性有りと判定された極小値 $H(k)$ のみである。但し、 $H(0)$ は、注目画素自身との相関であって、必ず0になる値であるため、周期性指標 M の算出には関与しない。従って、例えば、図7においては、しきい値 SL_1 以下の極小値 $H(-3)$ および極小値 $H(+3)$ がいずれのしきい値以下となっているかによって周期性指標 M は算出される。なお、上記(A)、(B)、(C)の条件を満たす $H(k)$ が存在しない場合には、その注目画素 (xc, yc) についての周期性指標 $M(xc, yc) = 0$ とすることにより、周期性は存在しないものされる。

【0067】複数のしきい値のそれぞれには周期性指標 M の値が0から1の範囲にて規定されており、例えば図7の例では、しきい値 SL_1 に” $M=0$ ”、しきい値 SL_2 に” $M=1$ ”が規定されている。そして、しきい値 SL_2 以下の極小値 $H(k)$ については” $M(k)=1$ ”とする。一方、しきい値 SL_1 としきい値 SL_2 との間の極小値 $H(k)$ については、しきい値 SL_1 としきい値 SL_2 との間において周期性指標 M が線形的に変化するものとみなして、算出する。例えば、図7の場合、以下の数4に従って算出する。

【0068】

【数4】

$$M(k) = \frac{SL_1 - H(k)}{SL_1 - SL_2}$$

【0069】そして、複数の極小値 $H(k)$ について算出された $M(k)$ の平均値が注目画素 (xc, yc) についての周期性指標 $M(xc, yc)$ となる。例えば、図7においては、極小値 $H(+3)$ はしきい値 SL_2 よりも小さいため、 $M(+3) = 1$ となる。また、極小値 $H(-3)$ はしきい値 SL_1 としきい値 SL_2 との間であるため、数4に従い、 $M(-3) = (7.5-6)/(7.5-5) = 0.6$ となる。よって、注目画素 $(xc, yc) = (7, 3)$ についての周期性指標 $M(7, 3) = (1+0.6)/2 = 0.8$ となる。

【0070】なお、周期性指標 M の算出に使用するしきい値は2つに限定されるものではなく、3つ以上であっても良い。最高しきい値と最低しきい値との間において

周期性指標Mが線形的に変化する場合は、2つで十分であるが、非線形的に変化する場合は3つ以上のしきい値を設定した方が好ましい。

【0071】また、上記のしきい値とは別に、自己相関データH(a)の最大値について判定するためのしきい値を設けるようにしても良い。自己相関データH(a)の最大値が所定のしきい値よりも小さい場合は、均一な画像中にノイズが存在している場合が多いと考えられ、このような場合は周期的な画像パターンの繰り返しであるとは言えない。従って、自己相関データH(a)の最大値が所定のしきい値よりも小さい場合は、注目画素(xc,yc)についての周期性指標M(xc,yc)=0とすることにより、周期性は存在しないものと判定するのである。

【0072】上述したような周期性データ演算部10による処理のうち、少なくとも周期性指標算出部20による周期性指標Mの算出は、上述した範囲Wの周囲をさらに α 画素分だけ拡張して拡大した領域に含まれる全ての画素について行う。指定された注目画素(xc,yc)以外の画素についても周期性指標Mを算出するのは、後述する周期性データ加工部80による加工のためである。なお、指定された注目画素(xc,yc)以外の画素についての周期性指標Mの算出手法は、上述と同様である。

【0073】以上のようにして、指定された注目画素(xc,yc)について、画像パターンの繰り返しの有無の程度を示す周期性指標Mと、画像パターンの繰り返しの周期値Tと、画像パターンの繰り返しの方向θとが周期性データとして算出されるのである。

【0074】<3-2. 周期性データの加工>ところで、指定された注目画素(xc,yc)が画像パターンの繰り返しの端部に位置する場合は、上記の周期性データが適切に算出されない場合がある。まず、その理由について以下に説明する。

【0075】図10に示すような画像に対して、上記と同様の処理を行う場合について考える。なお、図10において、斜線部は黒色領域であり、残余の部分は白色領域であるものとする。

【0076】注目画素(xc,yc)が、図10に示す黒色領域P2に存在する場合、自己相関データH(a)は図11にて示すようになる。すなわち、黒色領域P2の両隣には、黒色領域P1および黒色領域P3が存在し、画像パターンの繰り返しとなっているため、所定のしきい値以下の極小値H(a)が規則的に存在する。その結果、黒色領域P2には周期的な画像パターンの繰り返しが存在すると判断され、注目画素(xc,yc)には高い値(例えば"1.0")の周期性指標M(xc,yc)が付与される。注目画素(xc,yc)が黒色領域P3に存在する場合も同様である。

【0077】一方、注目画素(xc,yc)が、図10に示す黒色領域P1に存在する場合、自己相関データH(a)は図12にて示すようになる。すなわち、黒色領域P1の

右隣には黒色領域P2が存在するものの、左隣には黒色領域が存在しないため、所定のしきい値以下の極小値H(a)が1つしか存在しない、つまり規則的に存在しないこととなる。その結果、黒色領域P1には周期的な画像パターンの繰り返しが存在しないと判断され、注目画素(xc,yc)の周期性指標M(xc,yc)は"0"とされる。注目画素(xc,yc)が黒色領域P4に存在する場合も同様である。

【0078】以上のように処理が行われたとすると、図10に示した画像には図13の斜線部にて示すような画像パターンの繰り返しが存在するものと判断されることとなる。すなわち、図10の処理前画像における実際の周期的な画像パターンの繰り返しよりも狭い画像パターンの繰り返しが存在しないものと判断されるのである。

【0079】そして、指定された注目画素(xc,yc)が黒色領域P1や黒色領域P4に存在する場合は、実際には周期的な画像パターンの繰り返しであるにもかかわらず、周期性指標M(xc,yc)=0とされ、周期性データが適切に算出されないのである。

【0080】そこで、本実施形態においては、上記周期性データ算出処理において画像パターンの繰り返しであると判断された領域を周期性データ加工部80が画像パターンの繰り返しの1周期分、すなわち周期値Tだけ拡張しているのである。

【0081】具体的には、上記の周期性データ算出処理において画像パターンの繰り返しであると判断された領域内の画素を中心画素として $\pm T$ の範囲内に存在する画素の周期性指標Mと当該中心画素の周期性指標Mとを比較し、 $\pm T$ の範囲内に存在する画素の周期性指標Mの方が小さければ、その画素の周期性指標Mの値を中心画素の周期性指標Mの値に置き換えているのである。例えば、図13において画像パターンの繰り返しであると判断された領域内に含まれる黒色領域P2の画素を中心画素とした $\pm T$ の範囲内には、黒色領域P1が含まれる。黒色領域P1内の画素の周期性指標Mは、黒色領域P2の画素の周期性指標Mよりも低いため、黒色領域P1内の画素の周期性指標Mの値が黒色領域P2の画素の周期性指標Mの値に置換されるのである。同様にして、黒色領域P4内の画素の周期性指標Mの値が黒色領域P3の画素の周期性指標Mの値に置換される。なお、周期性データ加工部80がこのような処理を行うために、上記の周期性データ算出処理において範囲Wの周囲をさらに α 画素分だけ拡張して拡大した領域に含まれる全ての画素について周期性指標算出部20が周期性指標Mを算出しているのである。

【0082】その結果、図14の斜線部にて示すような画像パターンの繰り返しであると判断される領域が取得されることとなる。この領域は、図10の処理前画像における実際の画像パターンの繰り返しの全てを含むも

のである。そして、このようにして拡張された画像パターンの繰り返しである領域内の画素には、周期性データ算出処理において画像パターンの繰り返しであると判断された領域の画素が有していた周期性指標Mの値と同じ値の周期性指標Mが付与されている。なお、上述においては、説明を簡単にするため、一方方向のみに拡張する場合について説明したが、2方向に拡張した後それを合成するようにしても良い。

【0083】以上のようにして、周期性データ加工部80によって画像パターンの繰り返しが拡張され、算出された周期性データの加工が行われるのである。

【0084】<3-3. 周期性データの確定>周期性データ加工部80によって周期性データの加工が行われた結果、指定された注目画素(xc,yc)が画像パターンの繰り返しの端部に位置する場合であっても、的確に画像パターンの繰り返しであると判断される。換言すれば、周期性データの加工を行うことによって、指定された注目画素(xc,yc)についての正確な周期性データを得ることができるのである。このため、本実施形態においては、周期性データの加工が行われた後、その加工後の周期性データをもって、周期性データ演算部10が指定された注目画素(xc,yc)についての最終的な周期性データを確定させている。

【0085】具体的には、上記の加工において拡張された画像パターンの繰り返しである領域内の画素に付与された周期性指標Mの値を周期性指標算出部20が注目画素(xc,yc)についての最終的な周期性指標Mとして確定する。

【0086】また、指定された注目画素(xc,yc)が画像パターンの繰り返しの端部に位置する場合には、自己相関データH(a)において片側にしか極小値が存在しない。ここで、上記の加工において画像パターンの繰り返しが拡張され、注目画素(xc,yc)についての最終的な周期性指標Mが“0”から他の値に上昇した場合には、自己相関データH(a)において片側にしか存在しない極小値から周期値Tおよび周期方向θを算出する。例えば、図7において、極小値が+側にしか存在しないとすると、x方向の周期値Thは(kp)または(D(1))となる。y方向の周期値(Tv)も同様にして求められる。

【0087】そして、周期方向算出部60がそれらに基づいて画像パターンの繰り返しの方向である周期方向θを($\arctan(Tv/Th)$)として算出し、最終的な周期方向として算出する。また、周期値算出部70もx方向の周期値(Th)とy方向の周期値(Tv)とに基づいて、周期方向に沿った画像パターンの繰り返しの周期である周期値Tを($Th \times \sin \theta$)(または、 $Tv \times \cos \theta$)として算出し、最終的な周期値として確定する(図9参照)。

【0088】なお、指定された注目画素(xc,yc)が画像パターンの繰り返しの内部に位置する場合であって、ステップS3の周期性データの算出において周期性指標M

の値が“0”以外であると判断されたものについては、ステップS3にて算出された周期方向θおよび周期値Tの値をそのまま周期方向算出部60および周期値算出部70が最終的な周期方向および周期値として確定させる。

【0089】<3-4. コントラスト量の算出>次に、コントラスト量の算出について説明する。既述したように、処理前画像は差分画像作成部30にも与えられ、差分画像作成部30、加工部40およびコントラスト量算出部50による処理を経て、指定された注目画素(xc,yc)についてのコントラスト量C(xc,yc)が算出される。指定された注目画素(xc,yc)についてのコントラスト量とは、注目画素(xc,yc)とその周辺画素との明暗比を示す指標である。

【0090】図15は、コントラスト量算出の手順を示すフローチャートである。図15に示した各処理のうち、ステップS61～ステップS63の処理は差分画像作成部30によって、ステップS64～ステップS66の処理は加工部40によって、ステップS67の処理はコントラスト量算出部50によって実行されるものであり、以下これらについて順に説明する。

【0091】まず、差分画像作成部30が高濃度領域拡張画像および高濃度領域縮小画像を作成する(ステップS61, S62)。図16は、高濃度領域の拡張または縮小について説明する図である。同図に示すように、白地中に黒字の四角形の図形(斜線を付した部分)が描かれた処理前画像の高濃度領域を拡張または縮小する場合を例として説明する。

【0092】図16において、白地部分が階調値P="255"の高濃度領域であり、黒の図形部分が階調値P="0"の低濃度領域である。高濃度領域を拡張するときには、この画像に対して 3×3 の画素行列で構成されるフィルタF1によるフィルタ操作を行う。フィルタF1は、その構成画素($3 \times 3 = 9$ 画素)の階調値のうちの最大値を中央画素の出力値とするフィルタである。そして、このフィルタF1を、画像に対して順次に走査することによって高濃度領域の拡張を行う。すなわち、フィルタF1が黒の図形の周辺部分を走査するときには、高濃度(高階調値)である白地部分の階調値(P=255)が outputされ、当該周縁部分が黒から白地に置換される。このことは、高濃度領域(白地)が拡張されることを意味しており、いわゆる太らせ処理が行われていることとなる。

【0093】図17は、図16の画像の高濃度領域が拡張された高濃度領域拡張画像を示す図である。高濃度領域(白地)が拡張され、黒の図形部分が処理前画像よりも小さくなっている。

【0094】一方、高濃度領域を縮小するときにも上記と同様に、処理前画像に対して 3×3 の画素行列で構成されるフィルタF2によるフィルタ操作を行う。フィル

タF2は、その構成画素（ $3 \times 3 = 9$ 画素）の階調値のうちの最小値を中央画素の出力値とするフィルタである。従って、上記拡張と同様に、フィルタF2を処理前画像に対して順次に走査させると、黒の図形の周辺部分において、低濃度（低階調値）である黒の階調値（P=0）が输出され、当該周辺部分が白地から黒に置換される。このことは、高濃度領域（白地）が縮小されることを意味しており、いわゆる細らせ処理が行われていることとなる。

【0095】図18は、図16の画像の高濃度領域が縮小された高濃度領域縮小画像を示す図である。高濃度領域（白地）が縮小され、黒の図形部分が処理前画像よりも大きくなっている。

【0096】次に、差分画像作成部30が高濃度領域拡張画像と高濃度領域縮小画像との差分である差分画像を作成する（ステップS63）。本実施形態における差分画像とは、高濃度領域拡張画像の画素の階調値から当該画素に対応する高濃度領域縮小画像の画素の階調値を減算して得られる画像である。すなわち、以下の数5によって得られる画像である。

【0097】

【数5】

$$P_{dif}(x, y) = P_{max}(x, y) - P_{min}(x, y)$$

【0098】数5において、 $P_{dif}(x, y)$ は差分画像の画素 (x, y) の階調値、 $P_{max}(x, y)$ は高濃度領域拡張画像の画素 (x, y) の階調値、 $P_{min}(x, y)$ は高濃度領域縮小画像の画素 (x, y) の階調値である。

【0099】図19は、作成された差分画像を示す図である。図16に示した処理前画像と比較すると明らかのように、処理前画像においてコントラストが高い領域、すなわち、ある画素とその周辺との明暗比が大きい領域が差分画像においては大きな階調値を有している。このことは、差分画像とは、処理前画像からコントラストが高い領域を抽出した画像であることを意味しており、差分画像の作成とは高コントラスト領域の抽出処理であると言える。

【0100】ところで、モアレが発生すると考えられるのは、ある程度面積が大きな領域である。そこで、本実施形態においては、加工部40によって上記差分画像を加工し、高コントラストであっても面積の小さな領域やノイズ部分を除去している（コントラストを低下させている）。

【0101】加工部40による加工は、ステップS64～ステップS66の3段階の工程によって行われる。まず、ステップS63にて作成された差分画像について、加工部40がバイリニア縮小を行う（ステップS64）。バイリニア縮小とは、例えば、差分画像を1つの領域が 8×8 の画素群で構成される複数の領域に分割し、複数の領域のそれぞれに含まれる64の画素の階調値を平均して1つの画素の階調値として出力する画像縮

小処理である。このようなバイリニア縮小によって、差分画像は縦横ともに $1/8$ に縮小されるとともに、差分画像の階調値が平滑化されることとなる。

【0102】次に、バイリニア縮小によって得られた縮小画像に対して加工部40がメディアンフィルタによるフィルタ操作を行う（ステップS65）。メディアンフィルタは、その構成画素（例えば、 $3 \times 3 = 9$ 画素）の階調値のうちの中央値（メディアン）を中央画素の出力値とするフィルタであり、画像中のノイズ部分を除去するためのフィルタである。メディアンフィルタを上記縮小画像に対して順次に走査させると、当該縮小画像中のノイズ部分が除去される。縮小画像中においてノイズ部分となるのは、元の処理前画像中における面積の小さな高コントラスト領域やノイズ領域である。

【0103】また、縮小画像に対して 3×3 のメディアンフィルタによるフィルタ操作を行うことは、元の差分画像に対して 24×24 のメディアンフィルタによるフィルタ操作を行うことと実質的に等価である。フィルタ操作は、フィルタのサイズが小さいほどCPUの負担が軽く、高速に実行することができる。すなわち、バイリニア縮小を行った後に小さなフィルタによるフィルタ操作を行うことで、大きなフィルタによるフィルタ操作を行ったのと同様の効果を高い処理効率にて得ることができる。

【0104】次に、フィルタ操作後の縮小画像に対して加工部40がバイリニア拡大を行い、加工後の差分画像を得る（ステップS66）。バイリニア拡大とは、フィルタ操作後の縮小画像に含まれる画素の階調値を補間しつつ、当該縮小画像を元の差分画像と同等の大きさに拡大する処理である。

【0105】図20は、バイリニア拡大を概念的に説明するための図である。フィルタ操作後の縮小画像において、図20(a)に示すように、階調値P=255、P=0、P=255の順に並ぶ画素列が存在していたとする。これを縦横ともに8倍に拡大すると、図20(b)に示すような元の差分画像と同等の大きさの画像が得られるのである、このときに階調値P=255の画素と階調値P=0の画素との間に生成された画素列L1および画素列L2については階調値P=255と階調値P=0との間に直線近似にて補間（バイリニア補間）した階調値を付与する。このようにすれば、フィルタ操作後の縮小画像において隣接する画素の階調値が大きく異なっていたとしても、拡大後の差分画像においては階調値が滑らかに変化する状態（いわゆる「なじむ」状態）となる。

【0106】以上のようにして、加工部40による加工が実行されるのであり、バイリニア縮小とバイリニア拡大との組み合わせによって差分画像に対する一種のぼかし処理を行うとともに、メディアンフィルタによるフィルタ操作を行うことによって、高コントラストであって

も面積の小さな領域やノイズ部分が十分に除去された加工後の差分画像を取得することができる。

【0107】なお、ステップS64～ステップS66の加工処理は必須の処理ではなく、処理前画像中に高コントラストであっても面積の小さな領域等がほとんど存在しないような場合は、省略可能な処理である。

【0108】次に、ステップS67に進み、コントラスト量算出部50が差分画像（加工後の差分画像または加工を行っていない差分画像）から指定された注目画素(xc,yc)の階調値を検出することによって、当該注目画素についてのコントラスト量を算出する。

【0109】差分画像は、処理前画像からコントラストが高い領域を抽出した画像であり、その階調値が大きいということは、処理前画像においてコントラストが高いことを意味している。従って、差分画像における注目画素(xc,yc)の階調値は、そのまま注目画素(xc,yc)とその周辺との明暗比を示す指標となり、すなわち指定された注目画素(xc,yc)についてのコントラスト量C(xc,yc)となるのである。

【0110】なお、前記した実施例においては、注目画素についてのコントラスト量を、差分画像から算出するように説明したが、例えば次のようにコントラスト量を算出してもよい。

【0111】注目画素の階調値と周辺画素（例えば、左右、上下方向の隣接画素）の階調値の差分を求め、求めた差分値の平均値又は合計値に基づいてコントラスト量を算出することができる。

【0112】あるいは、注目画素に対する周辺画素（例えば、左右、上下方向の隣接画素）間の階調値の差分を求め、求めた差分値の平均値又は合計値に基づいてコントラスト量を算出することができる。

【0113】<3-5. モアレ発生予測情報の表示>以上のようにして指定された注目画素(xc,yc)についての周期性データが確定され、コントラスト量C(xc,yc)が算出された後、それらがモアレ発生予測情報として表示装置5に表示される。

【0114】図21は、表示装置5にモアレ発生予測情報が表示された様子を示す図である。例えば、表示装置5に表示された処理前画像の中の画素DGをオペレータが指定（ステップS2）したとすると、モアレ発生予測情報表示領域MTが処理前画像の上に重ねて表示される。

【0115】図22は、モアレ発生予測情報表示領域MTの表示内容の一例を示す図である。本実施形態において、モアレ発生予測情報とはモアレ発生の予測に関する情報であり、上述のようにして算出された周期性データおよびコントラスト量、厳密には指定された注目画素についての「周期性指標」、「周期値」、「方向」および「コントラスト量」を含むものである。そして、モアレ発生予測情報表示領域MTには、モアレ発生予測情報と

して、指定された注目画素についての算出された「周期性指標M」、「周期値T」、「方向θ」および「コントラスト量C」が数値にて表示されるのである。例えば、図22においては、指定された注目画素DGについての周期性指標M、周期値T、方向θおよびコントラスト量Cがそれぞれ「度合」、「周期」、「方向」および「コントラスト量」として数値にて表示される。

【0116】オペレータは、表示装置5に表示されたモアレ発生予測情報表示領域MTを視認することによって、モアレ発生の原因となる画像パターンの繰り返しに関する情報を数値として得ることができ、指定した画素DGの周辺にてモアレが発生するか否かおよび発生するモアレの程度を定量的に把握することができることとなり、何人であってもモアレの発生を容易に予測することができる。そして、例えば、確認したモアレ発生予測情報に基づいて既述したモアレの発生を抑制する処理のパラメータをオペレータが適宜設定すれば、適切なモアレ発生抑制処理を行うことができる。

【0117】なお、上記のモアレ発生予測情報のうち周期性指標M、周期値T、方向θは、それぞれ周期的な画像パターンの繰り返しの有無の程度、画像パターンの繰り返しの周期、画像パターンの繰り返しの方向であり、モアレ発生を予測するための直接的な情報であると言える。これに対して、モアレ発生予測情報のうちコントラスト量Cは、注目画素とその周辺との明暗比を示す指標である。コントラスト量Cは、既述したモアレ発生抑制処理のうちのぼかし処理またはシフト処理のいずれの処理に重きを置くかを決定する際に重要な情報であり、モアレ発生の予測という観点からは補助的な情報である。従って、コントラスト量Cについては必ずしも表示する必要はない。

【0118】

【発明の効果】以上、説明したように、請求項1の発明によれば、注目画素についてモアレの発生に関するモアレ発生予測情報を算出するモアレ発生予測情報算出手段と、算出されたモアレ発生予測情報を表示する表示手段と、を備えているため、表示手段に表示されたモアレ発生予測情報を確認するだけでモアレの発生を容易に予測することができる。

【0119】また、請求項2の発明によれば、モアレ発生予測情報算出手段が注目画素を含む注目領域と当該注目領域以外の周辺領域との相関特性に基づいて画像パターンの繰り返しの有無の程度を示す周期性指標を算出する周期性指標算出手段と、画像パターンの繰り返しの周期を算出する周期算出手段と、画像パターンの繰り返しの方向を算出する方向算出手段と、を含むため、モアレの発生を容易かつ的確に予測することができる。

【0120】また、請求項3の発明によれば、モアレ発生予測情報算出手段は、注目画素について注目画素とその周辺画素との明暗比を示す指標であるコントラスト量

を算出するコントラスト量算出手段、を含むため、モアレの発生を容易かつ的確に予測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像処理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図2】図1の画像処理装置の機能的構成を示す機能ブロック図である。

【図3】図1の画像処理装置における画像処理の処理手順の概要を示すフローチャートである。

【図4】自己相関データの算出形態の一例を示す図である。

【図5】x方向に沿った自己相関データの算出形態の一例を示す図である。

【図6】y方向に沿った自己相関データの算出形態の一例を示す図である。

【図7】処理前画像の各画素の階調値の一例およびそれから得られたx方向に沿った自己相関データを示す図である。

【図8】周期性が無いx方向に沿った自己相関データの一例を示す図である。

【図9】x方向に沿った周期値およびy方向に沿った周期値と実際の周期方向及び周期値との関係を示す図である。

【図10】処理前画像の一例を示す図である。

【図11】図10の画像についての自己相関データの一例を示す図である。

【図12】図10の画像についての自己相関データの他の例を示す図である。

【図13】周期性データ算出処理において画像パターンの繰り返しであると判断された領域領域を示す図である。

【図14】拡張された画像パターンの繰り返し領域を示す図である。

【図15】コントラスト量算出の手順を示すフローチャートである。

【図16】高濃度領域の拡張または縮小について説明する図である。

【図17】図16の画像の高濃度領域が拡張された高濃

度領域拡張画像を示す図である。

【図18】図16の画像の高濃度領域が縮小された高濃度領域縮小画像を示す図である。

【図19】作成された差分画像を示す図である。

【図20】バイリニア拡大を概念的に説明するための図である。

【図21】表示装置にモアレ発生予測情報が表示された様子を示す図である。

【図22】モアレ発生予測情報表示領域の表示内容の一例を示す図である。

【図23】従来の問題点を説明するための図であって、画像パターンと光電素子との位置関係を示す図である。

【図24】デジタル画像の画像パターンが4画素周期である場合の「INフェイズ状態」と「OUTフェイズ状態」とを示す図である。

【図25】図24のデジタル画像にシャープネス処理を施した場合の計算上の各画素の階調値を示す図である。

【図26】図24のデジタル画像にシャープネス処理を施した場合の各画素の最終的な階調値を示す図である。

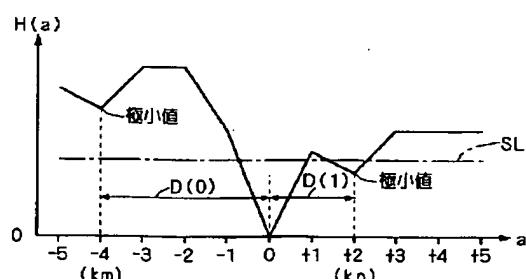
【図27】モアレが発生し得る階調変換処理を実施するルックアップテーブルの一例を示す図である。

【図28】モアレが発生し得る階調変換処理を実施するルックアップテーブルの他の例を示す図である。

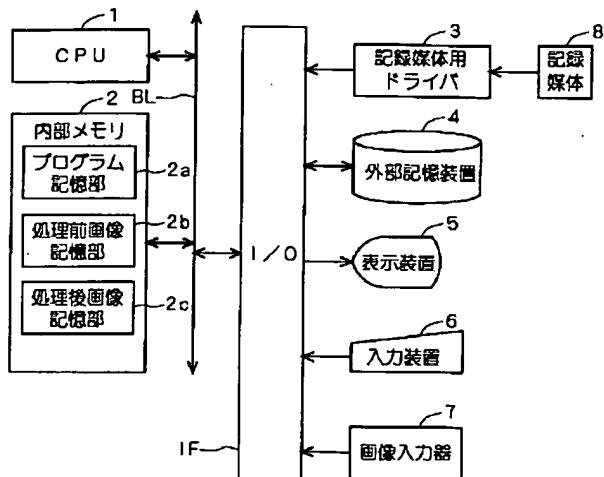
【符号の説明】

1	C P U
5	表示装置
6	入力装置
7	画像入力器
8	記録媒体
1 0	周期性データ演算部
2 0	周期性指標算出部
3 0	差分画像作成部
4 0	加工部
5 0	コントラスト量算出部
6 0	周期方向算出部
7 0	周期値算出部
8 0	周期性データ加工部

【図8】

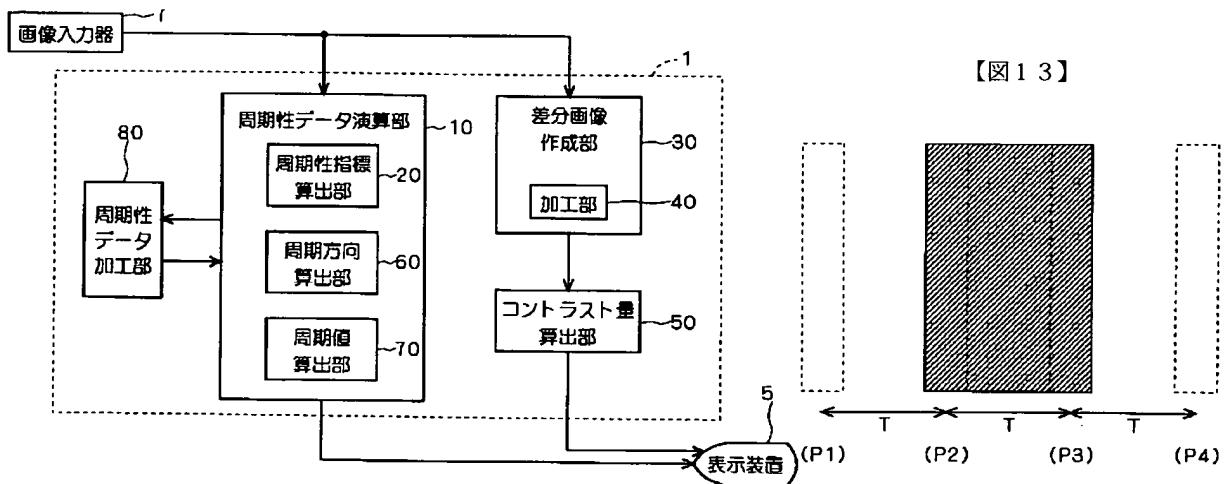
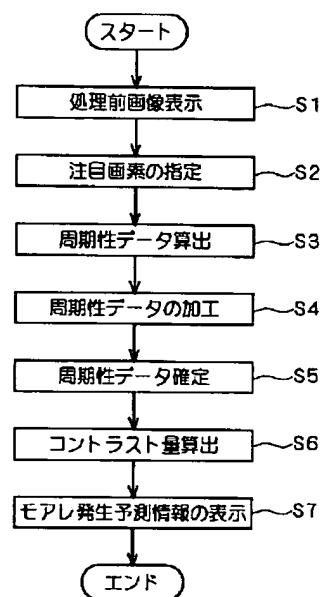


【図1】



【図2】

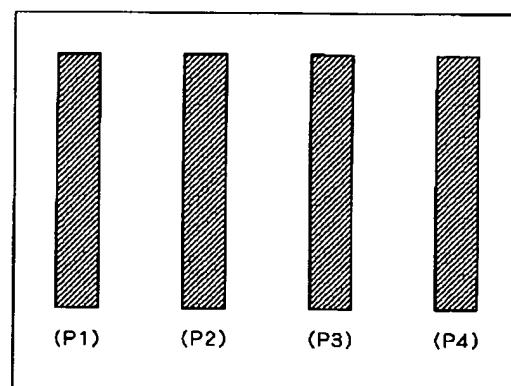
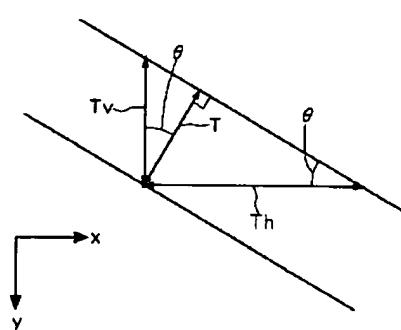
【図3】



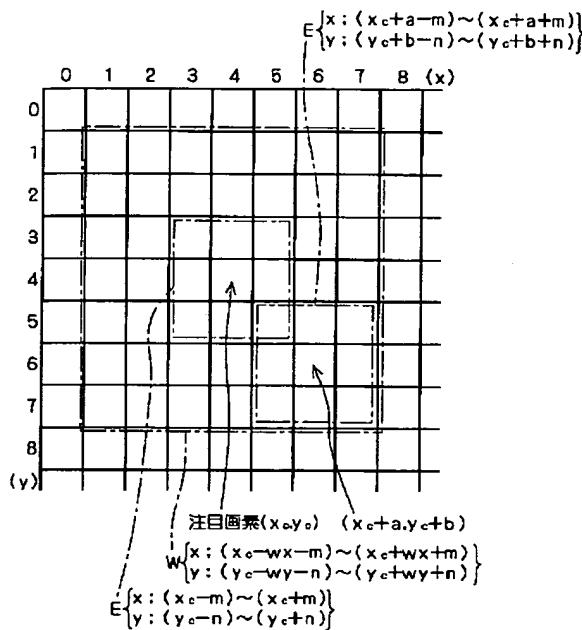
【図13】

【図9】

【図10】



【図4】



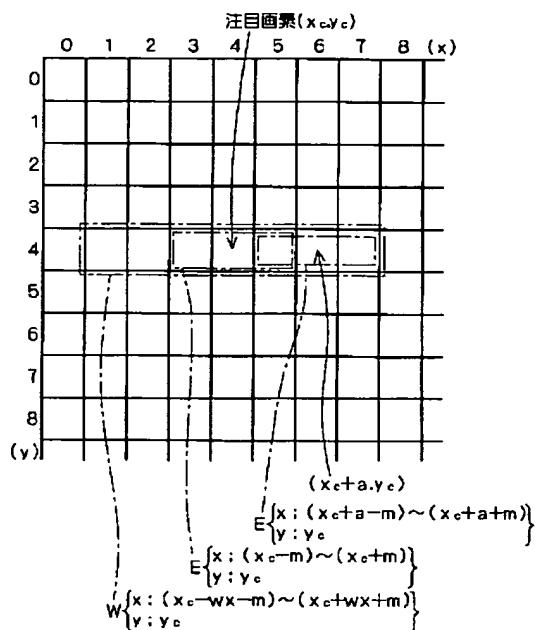
$$S(2.2) = \left| P(5,5) - P(3,3) \right| + \left| P(5,6) - P(3,4) \right| + \left| P(5,7) - P(3,5) \right| + \left| P(6,5) - P(4,3) \right| + \left| P(6,6) - P(4,4) \right| + \left| P(6,7) - P(4,5) \right| + \left| P(7,5) - P(5,3) \right| + \left| P(7,6) - P(5,4) \right| + \left| P(7,7) - P(5,5) \right|$$

$$i = -1 : \sum_{j=1}^{+1}$$

$$i = 0 : \sum_{j=1}^{+1} \sum_{i=1}^{+1}$$

$$i = +1 : \sum_{j=1}^{+1}$$

【図5】

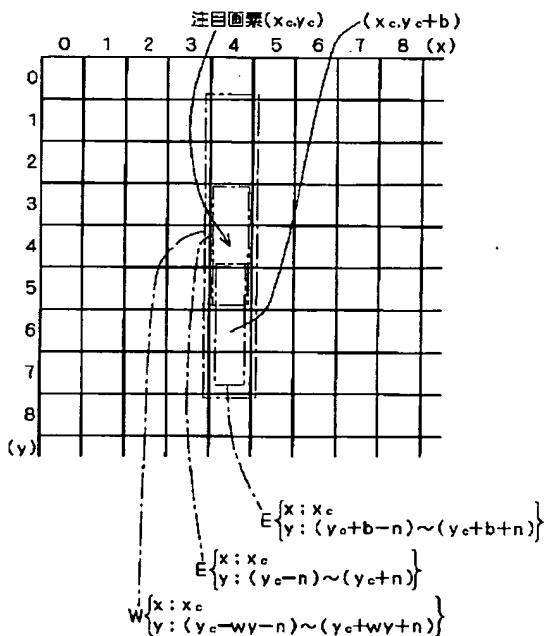
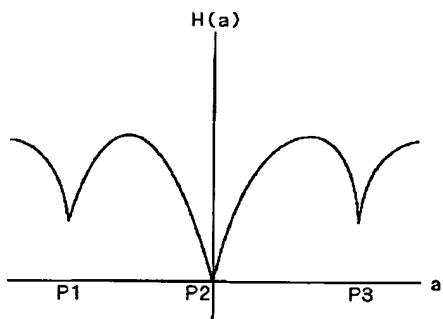


$$H(2) = \left| P(5,4) - P(3,4) \right| + \left| P(6,4) - P(4,4) \right| + \left| P(7,4) - P(5,4) \right|$$

$$i = -1 : \sum$$

【図6】

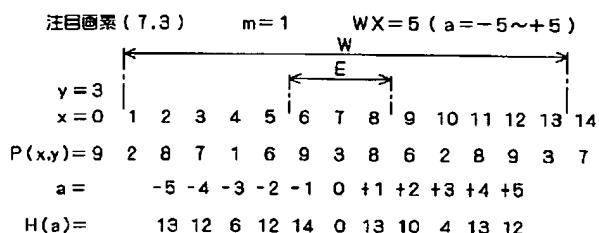
【図11】



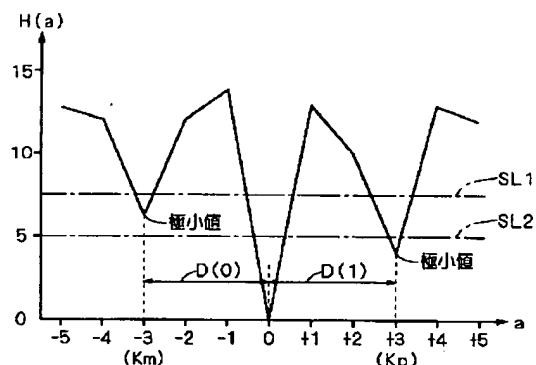
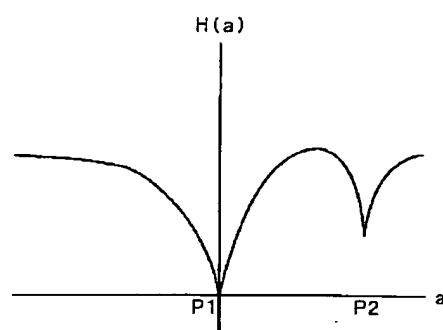
$$V(2) = \left| P(4,5) - P(4,3) \right| + \left| P(4,6) - P(4,4) \right| + \left| P(4,7) - P(4,5) \right|$$

$$j = -1 : \sum$$

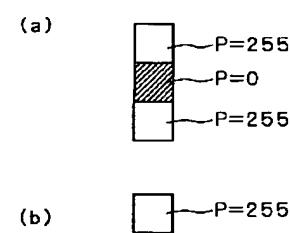
【図7】



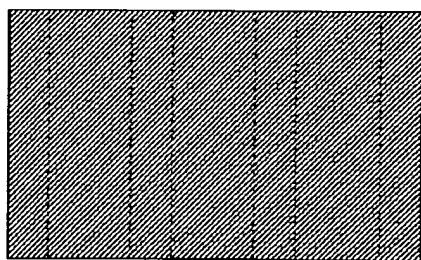
【図12】



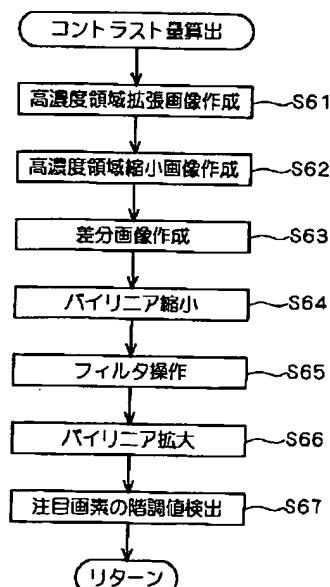
【図20】



【図14】



【図15】

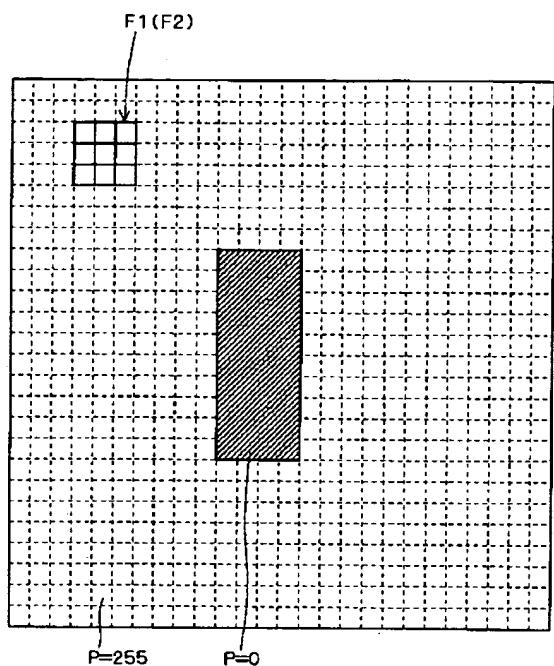


【図22】

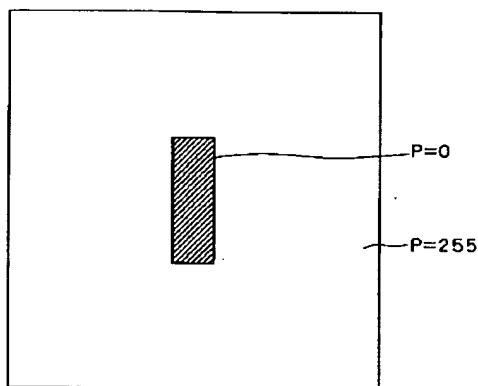
度合: 0.8
周期: 3.5 pix
方向: 45°
コントラスト量: 130

MT

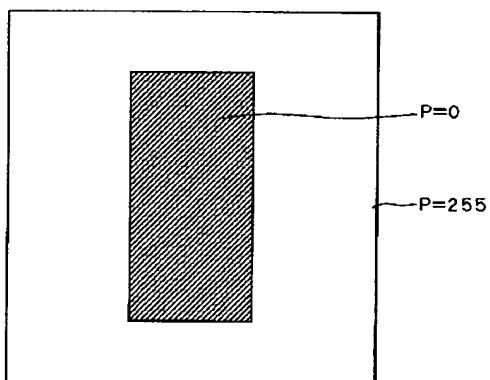
【図16】



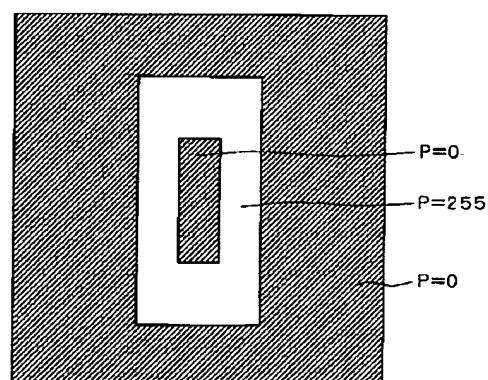
【図17】



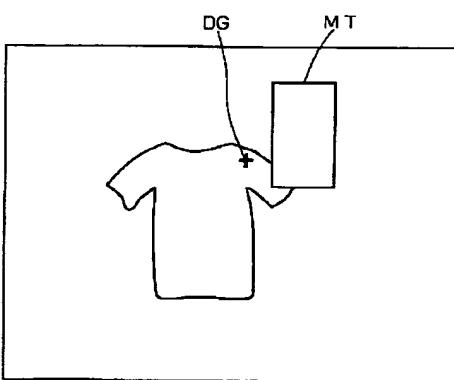
【図18】



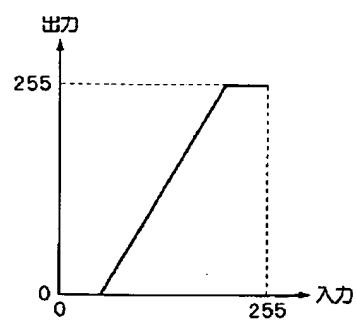
【図19】



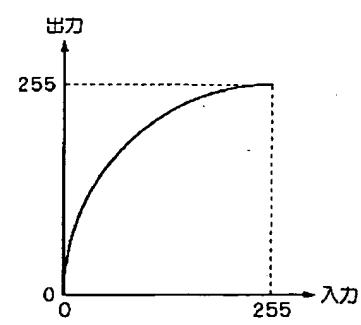
【図21】



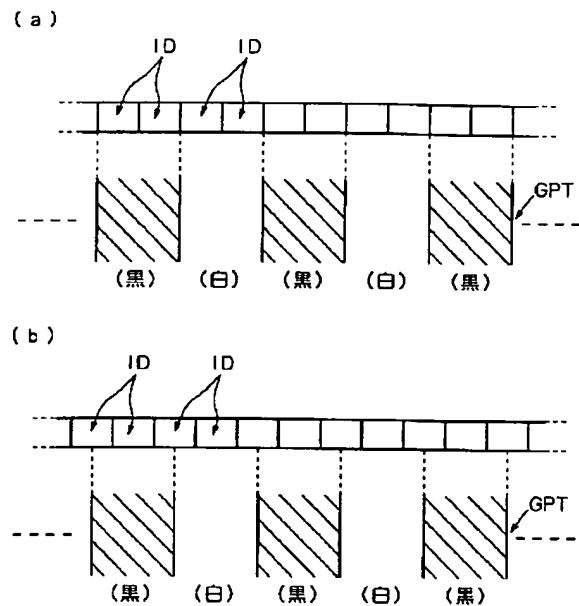
【図27】



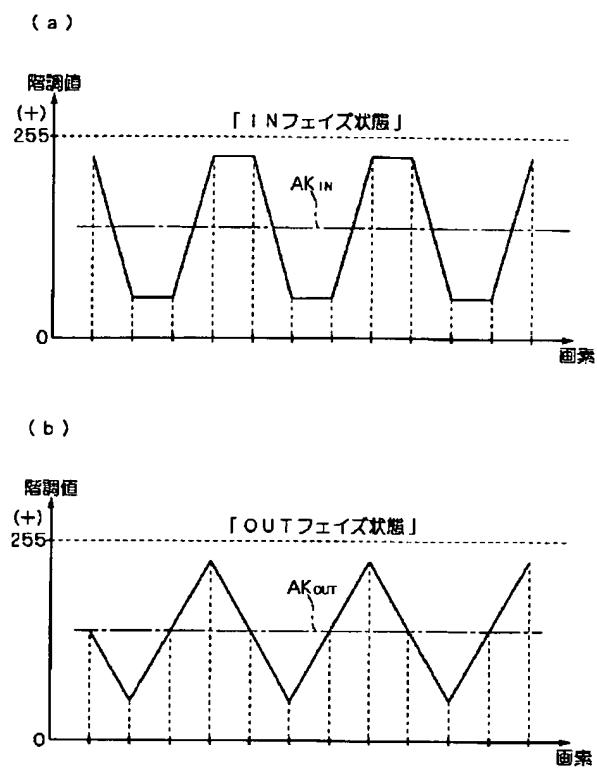
【図28】



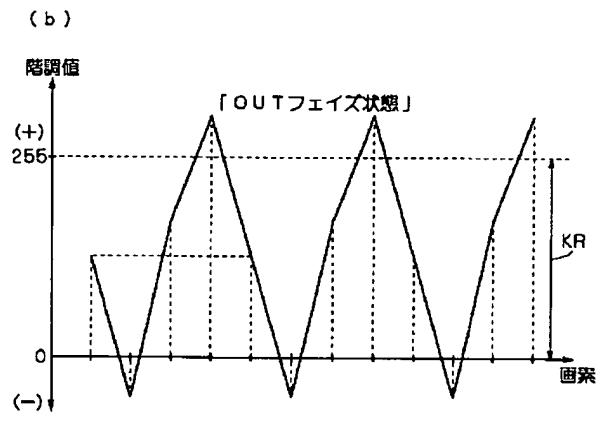
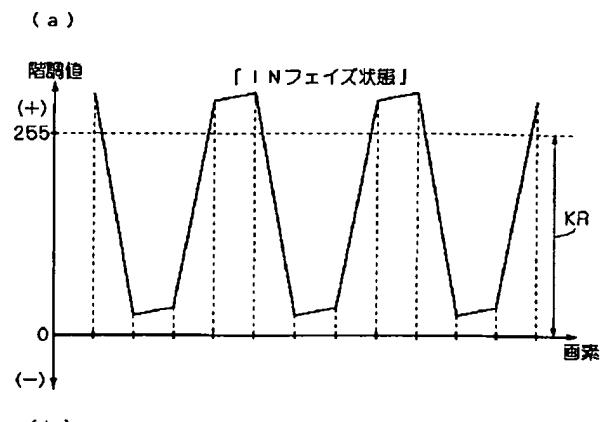
【図23】



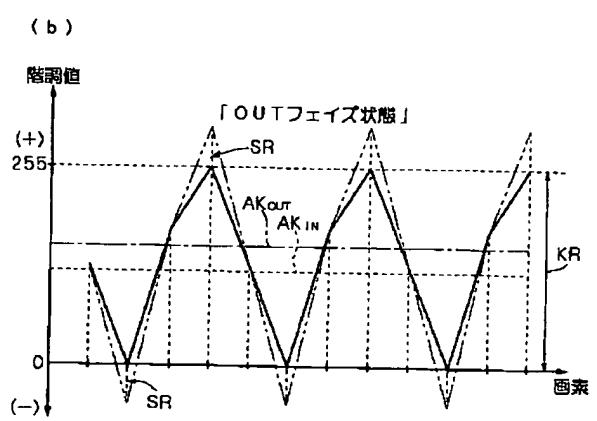
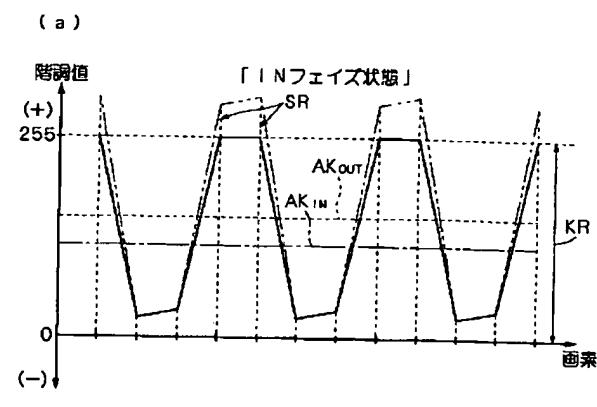
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C021 PA52 PA56 PA57 PA58 PA66
 PA72 PA78 RA12 RB03 RB08
 YA01
 5C077 LL03 PP46 PP47 PP49 PP68
 PQ12